
雙 月 刊
核能簡訊
NUCLEAR NEWSLETTER
NO.144
2013 OCTOBER
福島第一核電廠訪問紀實
中國-世界最大能源消費國 產生嚴重的大氣污染
第28屆台日核安研討會
亞洲經濟成長將推昇全球能源需求
美國法院對雅卡山處置場執照作出判決
德國廢核的真相

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.144 雙月刊
OCTOBER 中華民國一○二年十月號

封面圖片：德國鄉村景色

出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一○一號研發大樓208室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、汪曉康、陳布燦、陳條宗、劉仁賢、謝牧謙、簡福添（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
文　　編：鍾玉娟、翁明琪
執　　編：羅德禎
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠
行政院原子能委員會敬贈　廣告
台灣電力公司核能後端營運處敬贈　廣告

編者的話

根據國際能源總署（IEA）報告指出，歷經日本福島事件，德國、英國、美國、中國大陸、南韓等主要國家，雖然紛紛加強國內核電廠的安全評估，並重新審視能源政策，但是全球核能發電量仍然上升，至2035年所占比率達10%，在發電選項中繼續占有重要地位。

報告顯示，全球仍有14個國家，共63座核電機組在興建中，以中國大陸26座最多，俄羅斯、印度、南韓也分別有10、7、5座，台灣則有核四2座機組。南韓和我們一樣，是缺乏自產能源的國家（98%能源均依賴進口），為確保電力穩定供應、獲取穩定低廉的電價，以及維繫產業的競爭力，南韓在福島事件後，仍持續發展核電並積極輸出核電技術，目前核電所占比率高達30.4%（台灣為18.4%），預計2030年核電所占比率將提高至59%。

面對韓國、大陸等競爭對手逼近，台灣還有時間等嗎？台達電榮譽董事長鄭崇華說，用燒煤的方式發電，成本是核能的2倍左右，用天然氣是5倍多；台灣除非不再發展工業，否則未來用電哪裡找？「台灣會造成很大問題」。

根據統計，國人每年平均用電量超過1萬度，是亞洲各國最高。台灣是出口導向國家，電價成本攸關產品競爭力，卻缺乏天然資源。我們既沒本事買到物美價廉的化石燃料，又不願像勁敵韓國積極發展核能，那麼除了以高電價壓制用電量、倡導節能、慎用核電之外，還有別的選擇嗎？

當我們成為低頭族、什麼都往雲端丟時，也代表我們越來越依賴科技，已經回不去了，用電很難不成長。網路上便有人設計了以下問題：「天氣熱到快要爆炸，大家應該：1.快開冷氣，不敢再反核了；2.誓死反核到底，熱死也無憾；3.省到底不開冷氣，也不反核；4.快開冷氣，但反核的心依舊不變。」內容雖然充滿戲謔，但是值得每位國人自省深思。你，會選第幾？

德國廢核的真相（下）

文・梁天瑞

現在連德國都不能不承認，廢核後對於進口能源的依賴只有越來越深。問題是，德國還有歐洲電網支援，可以有恃無恐的廢核，台灣的電網插頭，又能插在哪裡？

四、能源轉型是德國豪賭

德國確定廢核政策後，經濟與科技部提出最新版能源政策白皮書[1]，表示將在2022年全面停止核能使用，並大幅提高再生能源供電目標，計畫在2020、2030與2050年分別達到總電力消費35%、50%與80%的願景。坦白說除德國外，國際幾乎沒有專家看好德國新能源政策的可行性。

德國新能源政策以「重建能源系統」為核心，包括：（1）全力發展再生能源、（2）建設新電網與智慧負載管理、（3）增建火力電廠、（4）發展先進能源科技、（5）改善建築節能、（6）從鄰國輸入更多電力等。



為達成以上目標，德國在2011年制定整套能源相關法規體系，短短數月間通過6項法案以及1項條例。其內容包含擴建電網、發展再生能源以及邁向新能源世代所需的基金等，估計投資總額約為5,500億歐元（21兆台幣）[2]。

但在今年2月，德國政府不得不承認這筆金額已經翻了一翻，超過1兆歐元（38兆台幣）[3]，其中收購再生能源就吃掉了

1.Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie （2013）, Germany's new energy policy -Heading towards 2050 with Secure, Affordable and Environmentally sound Energy.
2. 闕棟鴻（2013）, 德國核電廠關閉之衝擊與再生能源之發展 .
3.Frankfurter Allgemeine Zeitung （2013）, Umweltminister Altmaier: Energiewende könnte bis zu einer Billion Euro kosten, （2013/02/19）.



6,800億歐元（25.8兆台幣）。無怪牛津大學直言「能源轉型」就是德國的豪賭！[4]。

1. 再生能源──電價無底黑洞

「再生能源附加費」只是再生能源總成本冰山的一角。德國政府長期透過政府資金、再生能源附加電費以及再生能源的相關法規來推動其再生能源的發展。例如2011年再生能源價花掉德國人229.1億歐元（9,324億台幣），其中再生能源附加費是168億歐元（6,823億台幣），其餘61億歐元就以各種補助與獎勵名目提供，最後還是由全民買單，詳如表1。

從2000至2012年13年間再生能源收購金額增加20倍，但供電量卻只增加11倍，原因就是投資在低效率太陽能的比重太大。從表1分析，投資水力與風力的效益是投資太陽光電的193與13倍之多。德國政府現在不得不承認：為了能源轉型政策，單單再生能源這隻大怪獸就吃掉6,800億歐元（25.8兆台幣）。

德國政府說有38萬人從事再生能源產業。如果用6,800億歐元來分配，等於每個再生能源從業人員拿走180萬歐元（6,800萬台幣）。誰獲得驚人利潤？

2. 再生能源太多造成20萬次停電

根據統計，2011年德國大大小小停電次數累計高達20萬次。再生能源容量占系統比重太大是重要原因之一[5]。再生能源先

表 1. 2011 年德國再生能源投資分析

類型	再生能源投資			發電量		投資效益
	歐元（億元）	台幣（億元）	投資占比（%）	發電量（億度）	發電占比（%）	
太陽光電	150.0	6,105	65.5	193.0	3.2	0.05
太陽熱能	10.5	427	4.6	-	-	-
風力發電	29.5	1,201	12.9	489.0	8.0	0.63
生質發電	20.0	814	8.7	376.0	6.2	0.71
生質熱能	8.8	358	3.8	-	-	-
地熱	9.6	391	4.2	0.2	0.0	-
水力	0.7	28	0.3	177.0	2.9	9.67
總計	229.1	9,324	100.0	1235.2	20.3	-

4.David Buchan （2012）, The Energiewende - Germany's Gamble, Oxford Institute for Energy Studies SP 26, pp38.
5.本資料正確性經詢問德國駐華單位後證實。



天不能穩定供電，而且占比越大影響越嚴重，因此電力業界對其發展一直有實務顧慮。德國實例證明：再生能源影響供電穩定與安全，已經不是「杞人憂天」而是實實在在的困境。在再生能源發電占比只有20%、而且有國際電網支援情況下，每年都還有20萬次停電，實在很難想像「能源轉型」政策2050年再生能源供電占比85%的目標可望達成？

3. 擴建電網──削足適履

為確保再生能源發電可有效使用，必須大幅更新與擴建電網，連接遍布全國的風力與太陽能機組並傳送到消費端。

瑞典Vattenfall電力公司[6]認為德國發展再生能源必需解決兩個矛盾：

1. 70%的人口住在城市，但再生能源主要基地在海邊、農村和山區；

2. 德國人口和工業重心在南部，但再生能源主要集中在北部。而且風能和太陽能供給不穩定，需要「看天吃飯」。

為此德國能源局（DENA）年年上調高壓輸電網路增建目標，以2020年為目標年，2005年估計只要增建850公里，2010年就增加到3,600公里，2011年又增加到4,500公里，2012年甚至暴漲36,000公里。等於改造全國電力網路，還不包括建構智慧電網的天價投資。這種為配合再生能源發展不計成本、削足適履地擴建電網，最後還是要全民買單。

據估計，單從北德離岸風電拉到南德工業重鎮-Freistaat Bayern與Baden-Wrttemberg，單是高壓輸電網路就要投資200-370億歐元（7,800億-1.4兆台幣），是德國史上最昂貴的基礎建設。

4. 用火力換核能，划算嗎?

目前全德電力系統中屬於可靠容量的核能與傳統火力機組只有10,000萬瓩。其餘7,400萬瓩的再生能源則視為不可靠容量[7]。因此取代核能的興建中機組有97%還是傳統火力機組。

如果要同時滿足廢核、減碳與穩定供電等三項替代能源條件，唯一選擇就是大力發展燃氣發電。德國已是全球第二大天然氣進口國，2010年進口量高達996億立方公尺，將近台灣的9倍。A.T. Kearney顧問公司預估，2020年德國必須再增加200-400億立方公尺進口量[8]（相當於目前用量的2-4成）才能滿足需求。

5. 花大錢還是買外國核電

德國在用電高峰時，往往從周邊國家大量進口核電或火電，發電高峰時則向鄰國輸送大量風電。波蘭和捷克批判德國用電「不打招呼」，而風電等再生能源受天氣影響波動劇烈，挑戰了它們的電網極

6.京新浪網（2013），三大挑戰考驗：德國能源政策-巨大機遇背後隱風險.（2013/4/20報導）
7.德國風電與太陽能每年（8,760小時）平均全載發電時數只有1,380小時與900小時。
8.A.T. Kearney （2011）, The Future of the European Gas Supply, ATK.1211.205.





限。《Die Welt, 世界報》認為德國自行其是，有成為歐洲「電力孤島」的危險。研究顯示德國能源轉型將導致德國從電力出口大國變成淨電力進口國，到2050年電力進口將高達25%。因此德國的鄰國必須配合德國建立電力頻繁交換機制，德國才能真正實現能源轉型，問題是這種天價投資鄰國根本興趣缺缺。

最弔詭的是德國花大錢買回來的還是核電。德國目前主要電力進口國家—法國（核電占比78%）、瑞士（核電占比36%）與捷克（核電占比35%）都是核電大國。未來進口來源可能再增加瑞典（核電占比38%）與俄羅斯（44座營運與興建中機組、40座計畫興建機組），還是核電大國。

五、德國廢核代價知多少

1. 廢核天價誰買單

所有研究都認為德國廢核要付出天價成本。2011年9月，德國國營復興信貸銀行（KfW）認為廢核代價遠超過政府想像。該銀行估計到2020年，在能源轉換上就得花2,500億歐元（9.5兆台幣）[9]。德國政府同年估計推動能源轉型得花5,500億歐元（21兆台幣）。當時西門子公司能源部門總裁Michael Suess就認為這項金額嚴重低估，廢核總成本可能高達2.15兆歐元（82兆台幣）[10]。果不其然，2013年2月德國政府就承認廢核代價至少要1兆歐元（38兆台幣）。

2. 產業出走誰受害

德國聯邦統計局2011年9月分析報告顯示，德國政府全面廢核決定對德國能源產業結構產生巨大負面影響[11]。核電廠關閉後，國內因電力產能急劇下滑而導致能源進口大幅上漲，最終將拖累德國經濟。

雖然德國工業電價只有民生電價的一半，但年年飆漲的再生能源附加費還是造成企業嚴重的負擔，特別是德國最自豪的化工、冶金、電機等產業偏偏都是環保人士討厭的「耗能產業」。缺電與電費上漲已經引發德國產業關廠與外移潮，包括德國最大的

9.The Local 網站（2011）, Nuclear Phaseout to Cost Germany € 250 Billion.（2011/9/19）
10.Power Generation Week （2012）, Siemens Put $ 2 Trillion Price Tag on German Nuclear Phase Out.（2012/01/18）
11.Statistisches Bundesamt （2011）, Detailed Results on the Gross Domestic Product in the 2nd Quarter of 2011.（2011/9/1）



ThyssenKrupp鋼鐵廠、鋼鐵、鋁業、紙業、水泥與化學廠商等。德國GEA集團已關閉Datteln製鋅廠，歐洲最大煉銅業者Aurubis也宣布轉赴海外投資。

3. 電力業者大反擊

由於政府對核能政策的反覆，提前關閉8座核能機組，單是2011年9個月就導致3家德國主要電力業者超過32.5億歐元（1,433億台幣）的總損失，其中：EnBW公司虧損8.67億歐元（353億台幣）、RWE公司營收減少15.7億歐元（639億台幣），E.ON公司虧損8.14億歐元（331億台幣）。所以這些電力公司聯手在2011年把德國政府告上漢堡稅務法庭，認為政府的「核燃料稅」是對核能界的橫征暴斂，不僅違憲還逼使電力公司放棄安全穩定的核電，求償金額超過150億歐元（5,700億台幣）[12]。稅務法庭已於2013年元月裁定其違憲[13]。

瑞典Vattenfall電力公司也於2011年向華盛頓的國際投資爭端解決中心（ICSID）提出要求德國政府賠償數十億歐元的訴訟，要從法律途徑討回公道[14]。

六、台灣要跟進嗎

德國電力系統規模是台灣2.7倍，兩國核電比例相當（2012年都是18%左右）。用簡單的比例關係推估，假如德國廢核代價是1兆歐元（38兆台幣），台灣就是14兆台幣，剛好等於我國2012年國內生產毛額（GDP）。德國GDP是我國7倍，換句話說，連德國人都未必定玩得起的廢核豪賭，如果台灣跟進，我們每個人要付代價至少是德國人的2.5倍。

再從電價角度分析，我國工業電價大約是德國的一半，民生電價是德國的1/4。如果照德國的做法，先不論未來電價調漲，只要把工業用電漲成與德國水準相當，掙扎在低毛利的電子產業，受到的衝擊相當嚴重。更不用提缺電所造成的連鎖反應，只要看看日本在福島事故後因電力短缺掀起的來台投資潮，與德國宣布廢核後的企業出走潮就一葉知秋。

由於我國目前沒有像德國大力支持發展再生能源的主、客觀條件，貿然廢核將造成國計民生嚴重衝擊，後果恐難以承受。 （本文作者任職於台灣電力公司核能發電處）

12. 林文彬（2012），德國廢核電力公司求償 190 億美元，聯合新聞網 2012/6/14.
13. POWERnews （2013），German Court Deems Nuclear Fuel Tax "Unconstitutional"，2013 /1/31.
14. International Court of Arbitration of Investment Disputes （2012），Vattenfall AB and others v. Federal Republic of Germany （ICSID Case No. ARB/12/12）.



福島第一核電廠訪問紀實

文‧施純寬

福島第一核電廠簡介

東京電力公司福島第一核電廠位於日本福島縣雙葉郡大熊町及雙葉町，從1971年開始商轉，發生事故前共有6個機組，總發電量為4.7 GWe。2011年3月11日，日本發生東北大地震（M9.0），該地震造成電廠喪失廠外電源與爐心急停，此時爐心緊急冷卻系統啟動（利用柴油發電機電源）。地震引發的大海嘯隨後來襲，淹沒廠房並摧毀柴油緊急電源，導致後續一連串爐心熔毀、氫氣爆炸、輻射外洩等事故。

根據東電表示，氫爆發生於1號與3號機組；2號機為過壓洩漏，4、5、6號機維修中並未運轉，然而4號機因為3號機產生的氫氣經由管路跑過來，故也有氫爆現象；5、6號機組則安然無恙。

目前日本政府已管制電廠方圓20公里範圍，僅當地居民可於白天出入收拾物品與東電及相關員工出入上班，7公里以內則只准員工及相關人員進出，目前約有3千名員工輪流在管制區內與電廠廠區進行清理與善後工作。1-4號機已經決定除役，第5、6號機，則還沒有做出最後決定。

訪問過程

筆者於2013年7月31日與多位清華大學原子科學院教授，一同前往福島第一核電廠訪問。當天早上，先前往設在J-Village的東京電力福島辦公室。J-Village位於福島電廠南邊約20公里，是在管制站（距離電廠約7公里）之外。先與副所長菅沼希一座談，隨後一行人與東電員工共同搭乘東電校巴士，進入管制區，前往福島第一核電廠現場。

管制區以外的輻射劑量率大部分與天然背景輻射變動範圍差異不大，一直到J-Village的測量結果也都還在背景範圍附近，大約是0.1微西弗/小時左右。從J-Village出發沿路輻射偵測數據開始慢慢上升，在進入管制區之前我們測得的輻射劑量率最大不超過1微西弗/小時。管制區內明顯可以測量到不同程度的輻射污染，沿路我們亦可看到不少除汙的善後工作進行中。管制區內沿途絕大部分區域的輻射劑量率約在0.8-10微西弗/小時範圍以內，其中進出廠區的人員管制站（距離電廠約7公里）外面的輻射劑量率約為1.5微西弗/小時。電廠主大門管制站為進一步前往電廠之前的關卡，經嚴格安檢與全身輻射監測後，每個人都配發一支個人輻射偵檢器隨身攜帶；另外在此我們也必須穿著簡單的防護措施，包含鞋套、棉手套、再套塑膠手套、衛生口罩等，才能繼續搭車前往電廠內部廠區。

進入福島電廠區域後，我們首先進入位於防震棟內的指揮中心參訪。防震棟於

311事件前6個月便已完工啟用，可耐強震。裡面有緊急決策中心（類似我們各電廠的技術支援中心），容納了電廠決策團隊以及各技術分組的支援人力，並與各重要單位建立可靠的視訊通訊管道。進入指揮中心之後首先去除部分個人防護穿著（鞋套與外層手套），經過一道道防汙關卡與通道，通道牆壁上貼滿了各地寄來的加油祝福信件。

廠長小野明首先介紹福島電廠現況以及清理計畫，包含目前廠區各反應爐爐心狀況示意圖，冷卻水循環、過濾、貯存、地下水阻隔計畫，以及廠區設備位置與巴士參觀路線等；接下來進入主控制室，介紹目前有24小時全天候連線各電廠的指揮調度的視訊連線設備，以及目前在福島第一電廠內的各任務分組工作人員等。清理工作原則上盡量以遙控方式由控制中心規劃與執行，各任務編組的小組皆圍繞著主控會議桌環狀分布，平時各小組有各小組的分工，開會時由所長帶領各組組長於圓桌開會，若需各組支援工作事項，小組長只需向後轉便能與該組組員溝通並指揮調度人力。同時，IAEA（國際原子能總署）亦設有觀察人員於該防震指揮中心內，以便就近監督東電復原工作或提供所需協助。

該防震指揮中心經污染清理與輻射屏蔽加強，其內部輻射量測值遠小於廠區與周邊環境，大部分工作人員集中的大型主控制室輻射劑量率約為0.2微西弗/小時，簡報室輻射劑量率約為0.8微西弗/小時，明顯低於防震中心建物外圍的輻射劑量率，入口測得約10微西弗/小時。

聽完現況說明與參觀指揮中心之後，一行人再穿著一樣的防護措施（鞋套、雙重手套、與口罩）搭乘廠區小巴士，開始廠區參觀行程。首先我們看到許多預備的注水泵浦以及消防泵浦，預備萬一停電可立即接上冷卻系統。還有乾貯系統設置區，多核種移除過濾系統（ALPS），接下來我們看到廢水存放桶區，是用於貯存循環過濾後過剩的冷卻水，由於地下水水源會持續滲入廠區中，導致冷卻用循環水會越來越多，因此需要額外的水槽貯存過剩的冷卻水。在1-4號機組的全覽位置（海拔35公尺）稍作停留。

隨後我們來到4號機組旁，旁邊建有用過燃料的共同貯存池，將提供所有的完整的用過燃料移出統一貯存。沿途巴士行經4個發生事故的機組與2個未受傷害的機



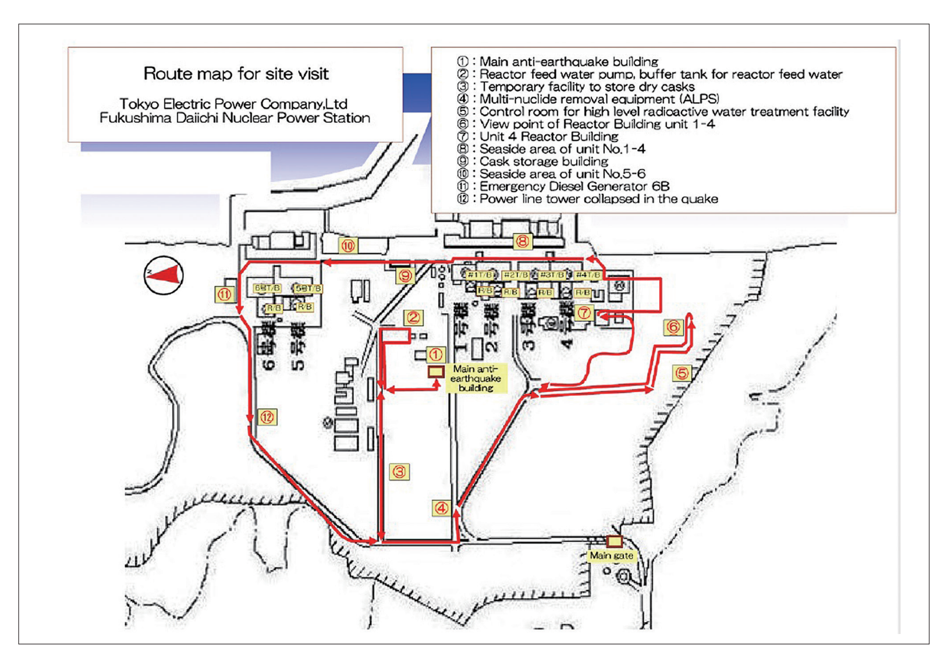
▲從磐城前往 J-Village 途中往來人車（管制區外）


▲搭乘巴士參觀福島電廠廠區復原工作（東電拍攝提供）

組，從外圍大致觀察如下：4號機已經蓋了一個巨型倒L型鋼骨結構（其用鋼量據稱超過東京鐵塔的量），將用於吊出用過燃料與逐步復原工作；3號機因為氫爆建築主結構嚴重損毀，目前有多台吊車在旁邊由上方吊掛逐步清理中；2號機因為當時沒有氫爆，只有過壓導致洩漏，建築結構與爐心完整，目前由外圍並未見大機具執行工程；1號機的建築結構已經由外圍做了包覆層，裡面清理工作持續進行中。另外，5號機與6號機則因為地勢較高且地震時恰在停機維修中，未受到海嘯侵襲，建築結構與爐心完好如初。另外經5、6號機途中亦看到一座倒塌的電塔，此電塔在311地震海嘯前是外界提供廠區電源的主要電塔，而地震前用於電廠產出對外供電的電塔則完好如初，因此目前改做為外界電源輸入廠區的主要供應電塔。在廠區巴士參觀途中，同行東電人員亦攜帶一個輻射偵檢器提供即時的輻射量測數據，沿途輻射劑量最高點在3號機門口，瞬間輻射劑量率最高達1.8毫西弗/小時（僅限於汽機廠房東側），其餘地點大部分輻射度量值大約在10-50微西弗/小時範圍左右。

繞完福島電廠廠區之後，所有人回到防震指揮中心，卸下個人防護裝備並繳回配發之偵檢器，計讀後東電告知每人此行的累積輻射劑量，約為0.01毫西弗。最後通過個人全身輻射量測儀器，確保安全無汙染狀態，結束廠區參訪行程，一行人便搭乘小巴士離開福島第一電廠，回到J-Village，由東電福島總工程師Dr. Suzuki接受大家的提問與討論。一整天的福島第一電廠行程到此完成。

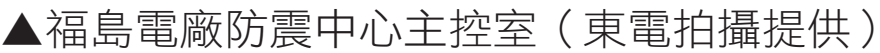
福島所長與負責安全的副所長一開始，很竭誠的歡迎清華大學的訪問團，並



▲廠區訪問路徑示意圖（東電提供）






▲福島電廠防震中心主控室（東電拍攝提供）

且再度鞠躬道歉這個事故的發生。副所長全程陪同，並回答大家的問題。目前最棘手的就是一大堆的輻射水的處理問題，一方面過濾放射性物質，主要是銫-137，一方面抽反應爐廠房地下水，避免滲入廠房內，需要存放循環系統陸續產生的放射性廢水，估計3年內共有約80萬噸。第三則興建隔絕地下水與海水的地下牆壁。

至於核燃料方面，現在將先吊出4號機燃料池的燃料，移至原本就興建好的共用燃料池。4號機廠房因為來自3號機的氫氣的爆炸，屋頂被掀開。事故時，4號機壓力槽內沒有燃料，而且事故後，燃料池並沒有受影響，可以立即做吊燃料的作業。現在已加蓋屋頂，與新的燃料吊卸裝備。今年11月就要開始作業，預定1年完成燃料吊離。其次會再吊3號機與1號機內的燃料，當然要先清除氫爆後的現場，目前可以看到1號機已經加蓋外包覆，3號機則有遙控吊車進行作業。2號機因為廠房還是安好的，但是壓力槽內的爐心燃料也有溶解，相信廠房內輻射劑量率仍然很高，一些情況還未能完全明瞭，要等最後再處理。現有廠址也會臨時加建乾貯系統。受損燃料的處理還需要吸取國際上的經驗與合作，連溶解後掉下的燃料與結構形成的物質，外表可能凝結成脆皮，而內部可能是融渣，都還是未知，有待更進一步的研究與了解。

訪問返國之後，福島電廠陸續發現早期裝設的放射性廢水儲存桶的洩漏問題，如何有效制止繼續洩漏至環境是目前最急迫的待解決問題。筆者以為核能安全實在是最重要的，安全一定要能確保，絲毫不能妥協。由於核能發電在台灣的能源安全性上，有其必要性，我們更要兢兢業業做好核能安全的把關任務。但是也不能因噎廢食，我們要結合國際力量，交換吸收世界各國核能技術與經驗，落實做好核能安全技術的研究與發展。❀（本文作者為清華大學核子工程與科學研究所教授）

龍門核電廠建廠管制報導

文‧編輯室

7月22日原能會第51次定期視察，有關1號機改善情形的缺失，包括文件登錄、焊接處生鏽、保護漆掉落、螺件組合未有墊片等問題，要求台電公司改善。

7月24日函復台電公司提送1號機安全級可撓性金屬導線管改善計畫的審查意見：品保審查作業缺失改善並未對相關器材的品保審查作業提改善說明或強化措施；核島區及非核島區的輻射區部分，須對更換為安全級具外被覆可撓性金屬導線管列冊管控，並依原設計的輻射區分類要求更換符合規定的器材；器材使用前須確認相關品質文件及符合性等相關審查意見，要求台電公司說明改善。

7月24日函復台電公司更新的「龍門工程執行ASME B&PV Code Sec.III N-5及NSC-1 Data Report簽署的替代方案」，本案除EDG管路和儀控管路的N-5 Data Report、NCS-1 Data Report外，其餘原能會同意台電公司提出的替代方案。但對於EDG系統部分，台電公司須確認原設計單位N Certificate Holder資格；簽署文件修改或異動時，須確保簽署的Data Report有效性等審查意見，請台電公司澄清說明。

8月7日召開廠址地質調查討論會，會議結論請台電公司和經濟部提供3項調查工作的詳細工作項目及時程、完成和審查時程表（包括地調所審查）。此外，原能會為因應立院4月17日經濟委員會決議，考量地質調查專業性，及須配合台電調查時程和提送立院時程，將委由核研所發包委託國內地質專家或機構辦理審查事宜。審查過程中，審查委員提問和要求事項，須台電公司密切配合，原能會和核研所將參與相關審查會議，以瞭解審查進展。

8月12日原能會函覆台電公司提送龍門電廠後裝式埋鈑螺栓相關安裝作業品質案的審查意見：有關螺栓自原設計要求至變更採用HILTI各型螺栓的過程及品質文件，並未說明清楚；以支撐架實際負荷狀況評估埋入深度作法，無法符合原設計負荷；墊片遭點焊的改善方法，與安裝規範要求；現場全面查核的作業方式等審查意見，要求台電公司說明改善。

台電公司提供的工程進度：8月份合計進度較102年7月底增加 0%。

英國自然雜誌：反應爐、居民與風險

文・劉家家

前言

面對外界紛紛擾擾，部分機關團體選擇性的摘譯文章來遂行其特定目的。筆者嘗試以客觀中立的角度，忠於原味全文翻譯的方式來呈現整篇文章的全貌。

英國《自然》雜誌全文譯文

福島核子事故發生後，世界各地的民眾都在問：類似的災難可能發生在我家附近嗎？

對世界上大多數的人而言，距離並不能給予他們安慰。一份由《自然》（Nature）雜誌與美國紐約哥倫比亞大學所做的分析指出，全球211座核電廠中，有2/3的電廠周圍半徑30公里內居住的人口數量，多於日本福島第一核電廠半徑30公里內強制撤離（或建議疏散）的17萬2千人。其中有21個電廠在相同半徑內人口超過100萬人，6個電廠超過300萬人。

人口多少僅是《自然》雜誌著手嘗試想繪畫出全世界反應爐危害地圖其中一個因素。核能專家說客觀危險排名是幾乎不可能的事，因為每個反應爐都有它自己獨一無二的風險特性，而有些風險簡直是不可知的。巴黎獨立核能顧問麥索史奈德說：「反應爐安全取決於安全文化，包括維護與訓練的品質、經營者與員工的能力、管制監督的嚴謹性。」這意味著一個較好的設計、較新的反應爐並不永遠是最安全的。史奈德說：「一個酒駕司機開著全新設計的法拉利跑車，跟一個沒喝酒的一級方程式賽車手開著車齡30年的雪鐵龍2CV骨董車相比，那個比較危險？」但專家的確同意幾個重要的風險因子，及其限制措施。

人口

核能工程師、世界核能運轉協會（WANO）主席勞倫史崔克說：「人口密度是一個重要的透鏡，用來看其他必須評估的風險」。世界核能運轉協會是1986年車諾比事件後所成立，做為核能安全的國際交流平台。他說：「我們必須將反應爐所在地列入其安全考量。」

為了完成人口分析，《自然》雜誌與美國太空總署（NASA）駐美國哥倫比亞大學的社會經濟資料與應用中心合作。巴基斯坦的卡努核電廠（僅有一個125百萬瓦，是相對較小的反應爐）半徑30公里內的人口總量最多，約820萬人；其次是較大的電廠，台灣的核二廠（1,933百萬瓦）約550萬人；再其次是台灣的核一廠（1,208百萬瓦）約470萬人。核一廠與核二廠半徑30公里內都有涵蓋到其首都台北市。美國華盛頓特區科學家關懷聯盟的核能專家艾德萊曼說：「自然雜誌人口分析的發現結果是會引起驚慌的。」

假如半徑擴大至75公里，整個局面更令人困窘。中國附近的大亞灣與嶺澳核電廠因半徑75公里涵蓋了香港，人口總數約2,800萬人，排名第一。其次是美國紐約附近的印第安點核電廠約1,730萬人。其次是是印度的那羅拉核電廠約1,600萬人。152座核電廠半徑75公里內的居住人口數超過100萬人，僅有5座電廠在半徑150公里內沒有超過100萬人。幸運地，到目前為止主要的風已將福島第一核電廠大部分的放射性物質吹到大海裡。居住於福島半徑150公里內的人口，包括大東京地區在內約770萬。

外部威脅

福島事故顯示出外部威脅，例如地震、海嘯、火災、洪水、龍捲風、甚至恐怖攻擊等，都是某些嚴重核事故的最大風險因子。按慣例，核電廠經營者已將某些事故序列納入考量，但不太可能建立完整的保護，這樣的事故被稱為「超越設計基準」事件。然而，預測下一次地震的位置或下一個海嘯的大小是「不完美的技術」。

這意味著一旦發生地震，在已知的危險地質區以外的核電廠，可能會比那些在已知的危險地質區範圍內的核電廠造成更大的事故，前者所建立的保護可能較為脆弱。例如日本福島第一核電廠是建立在日本地震風險地圖指定的區域，發生大地震和海嘯的機會相對較低，但2011年的海嘯到來時，已超出工程師們所計畫的任何事。

福島事故後許多安全檢查的主要方向，多以超越設計基準事故的可能性來進行。例如在2007年曾受地震襲擊的日本柏崎刈羽核電廠，機組立即自動停機，僅少量放射性物質外釋。國際原子能總署已注意到外部威脅的重要性，於2008年在其內部也成立一個國際地震安全中心。

設計和年齡

某些反應爐是先天就比別人更危險，其中一個因素純粹是大小。一個較大的核電廠在多個反應爐同時發生危機時，可能產生更多的輻射性落塵。在福島事故中6個反應爐有4個發生危機，運轉員們可能會無法抵抗。柏崎刈羽核電廠有7個反應爐，是世界上最大的電力輸出，可以提供7,965百萬瓦的電力。其他大型的核電廠，包括中國東北海岸的秦山核電廠、南韓的靈光和蔚珍核電廠、俄羅斯的列寧格勒核電廠、加拿大的布魯斯核電廠，與法國北海岸的格拉弗林和巴呂埃核電廠。

舊的反應爐不一定比新的更危險。1978年美國三哩島事故發生時僅開始運轉3個月。現今位於烏克蘭的車諾比事故發生時亦僅運轉兩年。1998年法國西沃-1反應爐在啟動不到5個月發生嚴重的喪失冷卻事故。萊曼說：「這一點都不意外。反應爐遵循可靠工程中一個眾所周知的『浴缸曲線』軌跡。」複雜的新機器和設備的某些功能常常是未經過完整的測試，甚至對運轉員而言是全新的，因此剛開始運轉時可能發生故障與錯誤。在故障與錯誤解決後，則進入相對較低風險的穩定期；但後來風險會因電廠老化相關的惡化而增高。總部位於荷蘭阿姆斯特丹的國際綠色和平組織反核領袖尚貝拉尼克說：「『制度性的記憶流失』是另一個隨著反應爐老化而增加的問題。許多熟悉反應爐設計並參與規劃及建造反應爐的工程師們皆已退休，他們非常特定的專門技術那一部分也隨之逐漸喪失。」

正如1986年車諾比事故顯示，設計本身可能帶來的風險。車諾比反應爐爐心含有可燃的石墨，事故發生後大火延燒了幾個星期，並噴出高輻射性物質到大氣中。該反應爐的設計中還包含一個先天的不穩定性，如果爐心喪失冷卻水，連鎖反應將會加速；這是其他絕大多數反應爐設計中不可能發生的狀況。好幾個與車諾比相同設計的反應爐仍在俄羅斯境內運轉，特別是在大型人口中心聖彼得堡附近。然而，這些反應爐已被徹底檢修，來對付這種設計的安全問題。

但是萊曼警告，不要太信任一個相較於其他設計來得安全的反應爐設計。他說：「假若喪失冷卻水系統，現代壓水式反應爐將面臨與福島事故幾乎相同的困難。」

文化

雖然電廠被設計成安全的，但操作者是容易犯錯的人類。史崔克說：「運轉員必須防範自滿。過度自信是我所擔心的一個缺點。」專家說決定電廠安全的最大單一內部因素是管制者、經營者

與員工之間的安全文化，而建立這樣的安全文化並不容易。美國華盛頓特區卡內基科學學院的院長，2010年國際原子能總署的國際核能安全顧問團主席理查梅瑟夫寫到：「這非常昂貴，包括對細節的注意與願意接受侵入性的同業審查，並從中學習。」

梅瑟夫特別提到許多專家看到核能工業潛在快速增高的風險，許多僅有些微或完全沒有核電經驗的國家，已著手從事核電並蓋了許多反應爐。梅瑟夫指出，例如白俄羅斯、智利、埃及、印尼、約旦、立陶宛、馬來西亞及摩洛哥等國家都計畫引進核電。專家擔心某些國家缺乏管制機關的監督和某些地區貪污腐敗的情形。史崔克說：「對於沒有核電經驗的國家，運轉前的同業審查在這種情況下更顯重要，而且世界核能運轉協會打算增加這類審查。」

華盛頓特區天然資源保衛委員會的核能專家湯姆寇克倫對於在美國、歐盟及其他地方進行的後福島安全檢查結果，能對核子反應爐風險評估帶來顯著的改變感到懷疑。寇克倫說：「他們會提供建議和修正，但我不認為你可以要求管制者檢查他們過去是否犯了錯誤，且我不認為他們做的足夠。」寇克倫想要建立類似三哩島事故後所設置的Kemeny Commission獨立委員會。

由於風險評估是如此的困難，專家說其中一個課題是運轉員必須單純地更妥善準備好，來面對嚴重核子緊急情況。史崔克說：「以我的觀點，我認為世界核能運轉協會能做且一定要做的是，證實每個不管大小的核能經營公司都要有因應意外事故的計畫。」

結論

1.原文的報導內容只統計出全球核電廠半徑30公里範圍內的人口數，並非針對核電廠的危險程度進行排名。

2.原文也說明，要依照核電廠的危險程度來排名是幾乎不可能的事，原因在於每個核反應爐都有它獨特的風險特性。

3.本文並未考慮各座核電廠因應不同地理條件的安全設計及防災能力，更未論及我國核電廠的興建管制皆符合國際法規，且營運績效在世界上名列前茅。

4.水可載舟，亦能覆舟。不當的引用文章，將造成民眾恐慌。

資料來源：http://www.nature.com/news/2011/110421/full/472400a.html

中國─世界最大能源消費國 產生嚴重的大氣污染

譯・朱鐵吉

中國的經濟發展伴隨著能源消耗的急遽增加，導致對環境的衝擊和嚴重的大氣污染。2012年冬天，北京受到PM2.5微粒子的大氣污染，PM2.5微粒子也隨著氣流飄散至日本，這種環境污染是中國最苦惱的事。

燃煤為電力能源主力，居世界首位

20年來中國國內生產總值（GDP）增加了兩倍，迄今已超過日本，成為次於美國的世界經濟大國。經濟發展中重工業大力的擴充──汽車的普及、都市化的成長，伴隨著能源消耗量的增加，已於2009年超越美國，成為世界耗能第1位；2011年能源消耗量換算為煤炭的話達34.8億噸。

此能源消耗的來源大部分來自於中國內部，主要是燃燒煤炭。中國煤炭蘊藏量達4兆噸，居世界第3位，產量則為世界第一，供應中國70%能源消費額。石油與天然氣和煤炭相比，蘊藏量和產量均較少，石油產量居世界第5位，天然氣為第7位。由於消耗量太大導致輸入比率年年增加，2012年能源輸入量占全部能源消費量10%，其中石油60%、天然氣30%，2009年也輸入了部分煤炭。

此外，電力消費也跟其他能源一樣，近年來飛速成長，近20年來成長了4倍。2011年電力消費量約5兆度，為日本的5倍。電力的主要來源是燃煤，2011年底全國總發電設備容量為10.55億瓩，其中火力達7.65億瓩，幾乎都是燃煤發電，占總發電量約80%。

燃煤是大氣污染主因，中國政府設定改善目標

大量使用煤炭是大氣污染的主要原因，以北京市為例，汽車廢氣占污染源22%，燃煤占17%。因為大氣污染加上地球溫暖化，從能源安全的觀點分析，中國政府在節約能源方面實施環境保護的對策，以大力開發「非化石」能源為主軸。

2012年「能源發展第二次五年計畫」（2011-2015）其設定目標為：使2015年每單位GDP的能源消費比2010年削減16%，二氧化碳的排放量減少17%。一次能源中化石能源所占的比例從8.3%減少至1.4%。

電力部門的省電目標，在5年計畫期間電力消費成長率抑制在8%。同時燃煤發電每度電抑制二氧化硫（SO_2）排放量減少12.4%，氧化氮（NOx）排放量則減15%。

燃煤電廠加強裝設脱硫脱硝裝置

為達成目標，首先需抑制和減少燃煤電廠排放大氣污染物，且要廢止老朽及規模小的燃煤電廠。2006至2010這5年間，已關閉的老朽電廠發電量就有8千萬瓩。至於除



去SO_2的脫硫裝置，從2003年開始加強設立新的設備，到目前為止，約有90%的燃煤電廠，已裝設新型的脫硫裝置。至於除去NOx的脫硝裝置，政府以15年的時間，完成所有燃煤電廠裝設為目標。從2012年開始，設立補助金制度，鼓勵燃煤電廠全力加快設置脫硝設備，同時導入煤炭氣體化的複合發電（LGCC）、二氧化碳的回收和儲存（CCS）技術的開發。此外，化石能源也推動增加氣體化火力電廠的開發計畫。

燃煤替代電源的開發

另一方面，非化石燃料如水力、風力、再生能源以及核能等電源的加強開發。中國將水力以外的再生能源和核能均稱為「新能源」。中國政府在2015年的目標便是使新能源增加到總能源的4.5%，2020年期望達到15%。

風力發電量、太陽能發電板製造量均為世界第一

水力發電已進行大規模的開發，至2011年已達2.3億瓩，約為日本的4倍規模，計畫2015年為2.9億瓩，2020年擴大至4.2億瓩。水力以外的再生能源—風力開發速度驚人，2011年為6千萬瓩達世界第一，開發目標為2015年1億瓩，2020年超過2億瓩。內蒙古自治區建設中的1千萬瓩級風力基地達8個（約1.2億瓩）。中小型以及海上風力也積極地計畫開發中。此外，華瑞和金風公司是世界頂級的4個公司中的2個。

中國太陽能發電用的熱電板，生產製造後大部分外銷至國外。中國的科技能源公司製造的太陽能電板占全球65%。另一方面，中國國內太陽能發電於2011年的開發規模為310萬瓩，目前正持續開發中。2000年推出屋頂裝設太陽發電設備計畫，期望2015年成長至2千萬瓩，2020年為5千萬瓩。

核能發電──福島後仍然繼續開發

再生非化石能源與核能均持續開發中。中國從法國、俄羅斯、美國和日本導入核能技術，結合自行研發的技術能力，擬開發核電廠6座，共15個機組，發電量可達260萬瓩。今後的核電開發計畫將更具野心，2007年發表「核能發電長期發展計畫」指出：2020年可以商業運轉的設備容量為4千萬瓩，建設中的有1,800萬瓩。

第三代反應爐的建設，導入法國亞瑞華公司的歐洲壓水式反應爐（EPR），裝置在台山核電廠有2個機組，日本東芝和美國西屋公司製造的AP1000反應爐，在三門和海陽核電廠各裝置2個機組。中國對壓水式反應爐的建造，從設計到營運將完全採取自主化開發為目標，並期望和外國企業競爭，開發國際市場。

福島事故後，核能發展計畫沒有變更，只是在當時暫停腳步，檢討整個安全措施，凍結新建廠規模。2011年11月已重新開始建設核能，政府為了使運轉中和建設中的核電廠強化安全措施，今後新設的第三代反應爐

要求達到嚴格的安全標準，2015年為止，將推動在中國內陸地區建設核電廠。

2012年中國建設中的30個反應爐裝置容量共達3,300萬瓩，計畫中的26座機組裝置容量達2,800萬瓩，這種開發規模為世界第一，今後將會成為世界核能開發的領頭羊。雖然中國國內風力和太陽能開發規模宏大，然而，它是一種不穩定的電源，難以應付旺盛的持續性電源需求。所以中國政府對非化石能源的替代方案，最期待的是核能發電，今後其能源發展動向，受到大家的注目。

參考資料：東海 邦博，“海外（中国）エネルギー事情” Energy Review May 2013: p.58-59.

資料來源：“Nuclear Power in China.” World Nuclear Association（Updated August 2013）. <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/China--Nuclear-Power/#.UjZyy9KBm_Y>

中國大陸目前商業運轉的核電廠

電廠名稱	所在地（省）	輸出電力（萬瓩）	反應爐型式	公司	運轉開始年月
大亞灣 1&2 號	廣東	94.4	PWR（French M310）	中廣核公司	1994
秦山 I	浙江	29.8	PWR（CNP-300）	中核公司	1994 年 4 月
秦山 II，1-4 號	浙江	61.0	PWR（CNP-600）	中核公司	2002, 2004, 2010, 2012
秦山 III，1&2 號	浙江	65.0	PHWR（Candu 6）	中核公司	2002, 2003
嶺澳 I，1&2 號	廣東	93.8	PWR（French M310）	中廣核公司	2002, 2003
田灣，1&2 號	江蘇	99.0	PWR（VVER-1000）	中核公司	2007,2007
嶺澳 II，1&2 號	廣東	102.0	PWR（CPR-1000）	中廣核公司	2010 年 9 月，2011 年 8 月
寧德 1 號	福建	102.0	PWR（CPR-1000）	中廣核公司	2013 年 4 月
紅沿河 1 號	遼寧	100.0	PWR（CPR-1000）	中廣核 - 紅沿河核電有限公司	2013 年 6 月
合計：		1,384.2	17 座機組		

附註：中國首座快中子滋生反應爐可生產 2 萬瓩的電力輸入全國電網，因此也被列入國際原子能總署「運轉中反應爐」圖表中。

第 28 屆台日核能安全研討會

核安無國界　全球共學共享

文．編輯室

自從1986年8月開始，台日核能安全研討會輪流在日本與台灣舉辦，至今已歷經28年、舉辦28屆。今年7月22-27日在東京舉行，台灣代表團共16人，由台電公司副總經理陳布燦率團前往。由於各單位的出國計畫緊縮，今年台灣代表團的人數是歷年來最少的，但是雙方交流的熱忱絲毫不減。

主辦單位日本原子力產業協會（JAIF）特別規劃在研討會之後，參訪浜岡核電廠，了解其安全強化措施及防海嘯牆、免震獨立棟的興建情況；隨後也參訪美濱核電廠，了解敦賀附近斷層的調查，以及再啟動的計畫等。

台日紐帶關係將更為緊密

JAIF理事長服部拓也在研討會致詞時對於日本發生福島事故，讓台灣民眾產生不安而感到抱歉。也藉此證明台日之間強大、不可分割的「紐帶關係」。福島事故後，日本和全世界共同學習教訓，共享技術；如果沒有福島後的復興措施，日本就沒有未來。福島一廠的除役工作至今仍不太順暢，期待全球各國能同舟共濟，彼此支援。

「目前日本有10部機組提出重新啟動的申請，原子力規制委員會正在審核中，這是我們重新獲得自信的出發點。現在有了更好的目標，更高的安全性，期待能恢復民眾對核能的信心。」服部理事長表示，核電廠停機對當地經濟造成影響，整體電價也調升，碳排放量增加，顯見核能對於能源穩定供應的不可或缺性。全球各地都有計畫中的核能機組就是證明，確保核能安全才是第一要務，彼此應共享相關資訊。

7月日本參議院大選，安倍政權大獲全勝，除了經濟方面為擺脫通貨緊縮的種種措施外，對於核能也有更負責任的決定，期望能藉此加強台日雙方的紐帶關係。服部理事長強調，今年的台灣代表團成員年輕人特別多，目前日本也是如此，因此世代交替、經驗傳承變得非常迫切，也顯示出日後台日雙方這一類的交流活動將更形重要。

共同攜手破解核能謠言

陳布燦副總在致詞時表示，在發生311福島事故之後，台日雙方的核能工業界都面臨很嚴峻的考驗，今年仍能舉辦本研討會、互相交流，非常寶貴。

台灣運轉中的6部核能機組績效良好，近幾年的容量因數達到90%左右，每年提供400億度電，是基載電力，而且以低廉的成本支撐著台灣低廉的電價。福島事故之後各廠都做過壓力測試，並增加了移動電源、後備水源及防淹水的密閉門、加強用過核燃料池的冷卻、氫氣偵測及防爆、嚴重核子事故管理，再度檢視地震及海嘯的危險性及防範等各種措施，以提升核能安全，甚至還提出「斷然處置措施」以確保民眾的生命財產安全。

馬總統在6月2-3日舉行「能源之旅」，參觀了燃煤電廠、永安天然氣接收站、太陽能及風力發電、也參觀了核三廠和龍門電廠。總統體認到核發電關係國家的能源安全，他也表示希望全民都能得到正確的資訊，在公投時才能做出正確的決定。

但是台灣的反核勢力藉著媒體並和日本的反核勢力串聯起來，播散不實的言論，使民眾對核電廠產生懼怕和排斥，訴求立即停建核四，因此今年年底政府要對核四是否停建舉行公投。由於台灣民眾習慣以日本馬首是瞻，此時特別需要台日的核能界攜手合作，把正確的資訊更廣泛地讓全體民眾知道。希望日本核工業界也能針對小出裕章等人的謬誤言論，站出來澄清錯誤的訊息，以免繼續擴大民眾錯誤的認知。陳副總強調：「真理讓人得到自由」，民眾有了正確的認知，就能做出正確的判斷，不會非理性地懼怕和排斥。

我國的龍門電廠是進步型沸水式反應爐（ABWR）機型，很多日本廠商包括東芝、日立、三菱、清水建設、JNSS等大廠商均參與核四建廠計畫，也算是日本本土以外第一個ABWR機組。到目前為止台電已投資約3千億新台幣在核四計畫，完工程度已經超過90%，1號機126個系統已完成120個系統，移交給電廠做測試，只要繼續獲得支持，就可以完工運轉。

6月19日日本原子力規制委員會已提出新的核管法規，很多核能機組都會陸續再啟動。此外，立陶宛、越南、土耳其、沙烏地阿拉伯等國家對日本的核能技術仍抱持信心，相信日本國內不久之後也會對核能的技術與安全恢復信心。

以下是第28屆台日核能安全研討會發表的簡報摘要：



▲ 台灣代表團團長台電公司陳步燦副總經理

福島事故後的核能安全（稻田文夫 電力中央研究院原子力技術研究所副所長）

福島事故的教訓：因地震與海嘯的外部事件使供電系統造成損壞，因此深度防禦非常重要，可以在意外發生後有效阻止事故的惡化。2013年AESJ/NSD歸納的報告中提到，日本核電廠對抗海嘯設計的基準不足，難以應付歷史性海嘯高度；缺乏事故管理的實務能力；事故發生時的環境變化與風險管理，以及深度防禦的因應措施不合理。核能專家應該與土木工程專家合作，以加強安全防範。

超出設計基準意外發生時的深度防禦：

1.最重要的是避免天然災害造成的運轉異常或故障，因此第一層防禦定義要非常明確，避免SSC系統失效。

2.先評估危險的程度，如果每年發生意外的機率大於10^{-7}，就需要預防的設計基準，藉由充分的安全裕度來防止故障與事故的發生。

3.針對每種引發意外的原因，危險設計基準（DBH）必須設計充分的裕度，也應參考歷史天災記錄。歷史紀錄中若沒有記載，則推想發生大規模天災的情形，需要各種領域的專家共同研討。

4.防波堤、水密門、強化圍阻體結構、加強儀表通訊監測等，著重預防外因事故的設



計，制訂各種級別的防範措施。

5.防災以及深度防禦機械設備的損害，在惡劣環境下，各種措施很難獲得成效。產業界應貢獻智慧，政府則必須加強民眾溝通。

參考美國的經驗與作法，增加移動式水源與電源設備；產業界提供許多方案，評估外因的不確定性，最重要的是要達成共識，且需多元化、多樣性，且具彈性。

核電廠運轉壽命為40年，通常可延長20年，如果延至60年，則有許多課題有待解決。管制單位對30年、40年，以及40年以上的機組有4項6種劣化指標，目前日本與國際原子能總署合作有關老化經驗的分享。

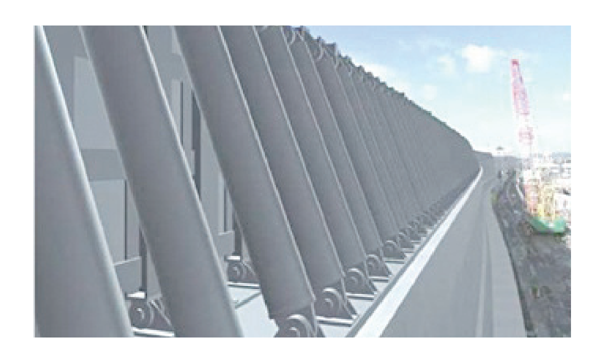
福島事故後台灣核電廠安全再評估與歐盟壓力測試（張欣 原能會核能管制處副處長）

福島事故發生後，原能會要求台電公司重新評估現有核能機組因應嚴重天然災害的能力，包括抗地震、耐海嘯、防山洪，以及天災發生之後救災過程中，潛在可能發生設備喪失功能的危險要項，確保國內核電廠的運轉更加安全。

原能會參考其他國家或國際組織的核安機關建議，要求台電公司檢視核電廠並確認與現行設計基準（FSAR）的符合性，以及檢討並評估超過現行設計基準事故的因應能力。

龍門電廠因尚未裝填核子燃料，不會對民眾造成立即安全影響，同意台電可較運轉中電廠稍微延後提送資料。然而龍門電廠的檢討項目與運轉中電廠相同，相關檢討項目須於核子燃料裝填前完成。此外，龍門電廠目前已多安裝一台氣冷式柴油發電機，原能會要求須完成2部。

我國核電廠總體檢有關核能安全防護部分的第二階段安全評估已完成，評估結果確認





▲ 上：防海嘯牆，下：防止海水侵入廠房內的水密門

我國3座核電廠目前並無重大或立即的弱點，安全運轉無虞。

福島事故仍持續進行處理中，國際間相關資訊及管制規範逐漸完整，因此第二階段安全評估報告核管案件，將持續管制追蹤。未來視國內耐震餘裕檢討、海嘯威脅分析結果、日本福島電廠事故後續處理情形、國際主要核能國家的檢討或壓力測試結果與原能會視察發現，再作調整。

「輻射防護」部份，針對日本福島核子事故放射性物質外釋的影響以及大陸與韓國積極增建核電廠，我國應建立境外核災的劑量評估能力，以提供預警及防護對策。我國緊急應變計畫區已從5公里擴大為8公里，現有的事故劑量評估系統必須精進，加強系統的評估範圍及速度。積極建立空中與海域偵測技術與能力，並添購可自動傳輸數據的機動偵測設備，

強化輻射災害應變能量及建立輻射偵測整備平台，以因應複合式災害所需。

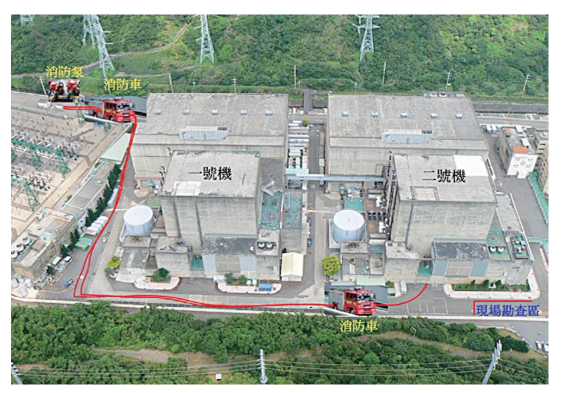
「緊急應變機制」部份，包括應變機制及法規、平時整備及緊急應變作業能力等三大項目，提出相關檢討與強化精進的規劃：緊急應變計畫區範圍的修正、研修核子事故緊急應變相關法規、複合式災害應變機制的建立、相關機關應變任務的檢討及相關整備作業、應變能力的精進等，以確保緊急應變機制的完善及效能的提升。

依據對國家報告及核一、核二及核三廠壓力測試報告的審查，獨立同行審查小組認為壓力測試符合ENSREG所建立的標準，並依據歐盟核電廠壓力測試做法。據獨立同行審查小組的觀察指出，原能會及台電公司已有效地實施全面性安全審查，並獲致顯著的強化，使運轉中電廠能夠更妥善的準備因應極端外部事件及可能嚴重事故的發生。

志賀電廠長期停機的維護計畫（吉本茂利 北陸電力公司志賀電廠保修部電力保修課經理）

由於不知停機期間有多長，先將反應爐中的餘熱導出，冷卻水泵、乾井、冷卻系統等設備會產生劣化飄移，停機中仍須檢修維護，以保持安全性能。長期停機和定期大修相同，停機超過一年以上必須追加許多維護項目，以維護功能的健全；長期停機期間的維護，與大修啟動前的維護不同處，在於長期停機期間管路容易鏽蝕，必須每月定期檢查。

停機期間仍有需要運轉的系統，應更換潤滑劑，進行洩漏測試或潤滑油老化的預防，還有儀器校正的工作。此外停機期間不需運轉的設備，因長期缺乏功能性檢查，因此需要加強檢測；加強發電機組的清潔、飄移現象的校正。汽機控制系統、爐心冷卻系統需要乾燥保



▲ 利用消防泵與 2 部消防車以接力的方式，從核一廠旁的乾華溪取水連接至斷然處置注水口

管，以使再啟動時能安全運轉。

北陸電力公司有些新進人員尚未經歷過大修，現在因為有新的核安標準，將會增加許多新維修工作，因此會有大量人力投入，以維持並提升維護技術的能力。

台電公司核電廠斷然處置措施與演練（張永芳 台電公司核能發電處核心組組長）

從福島事故的經驗，核電廠控制室及時的操作可使事件不會演變成事故。核電廠建立斷然處置措施（URG）目的在於：維持燃料、反應爐、蒸汽產生器、圍阻體的完整性；減少外釋至廠界外的輻射物質；阻止事件惡化並做成及時決策，避免大規模民眾疏散，確保社會公眾的安全。

斷然處置措施是在現行緊急操作程序中，為防止機組狀況惡化到「嚴重事故」所新增的「深度防禦」處置程序，與美國的概念相仿。

URG策略分為3階段執行：

- ●階段I緩和及控制事件，確保關鍵行動可在 1 小時內由當值人員完成。
- ●階段II在8小時內恢復廠內電源及建立替代熱沉，由當值人員及公司支援人員完成。



●階段III在36小時內恢復長期冷卻（最終熱沉），可獲得公司外支援人員協助。

URG3階段策略所需採取的行動都已明確訂立，並已建立相關操作程序書，各電廠都已建立斷然處置程序書。

斷然處置注水操作陳報決行與自動授權機制：

1.非以海水為注水水源，由廠長/當值值班經理決行，不需由緊執會主任委員（主管核能發電副總經理）決行。

2.若以海水為注水水源，由電廠廠長/值班經理向緊執會主任委員報告取得決行後，電廠據以執行。然而當值班經理判斷已達斷然處置注水時機後，不論是否聯繫上副總經理，只要15分鐘內未接到核能副總經理否定的指令，值班經理被授權立即下令執行斷然處置注水程序。

各核電廠在2011及2012年已完成眾多課堂與實作訓練課程，並在2012年緊急計畫演習時，模擬福島事故的超過基準事故演練緊急操作程序書、斷然處置措施及嚴重事故處理指引。

福島一廠復原期間產生之放射性固體廢棄物管理（三本木滿 東京電力公司核能電力機械部經理）



▲ 福島一廠地下貯存槽

福島一廠回收的固體廢棄物如瓦礫等，先測量表面輻射劑量，進行分類與保管。30微西弗/時以上者，採取屏蔽措施，放入金屬容器內或固體廢棄物倉庫內。1-30微西弗/時的廢棄物裝入混凝土容器後，放置於臨時保管設施（帳棚）內。搬運時以人力為主；30微西弗/時的廢棄物則以機械搬運。為防止放射性物質飛散，上方設有塑料遮罩。1微西弗/時以下的廢棄物不需要防護措施，放置於戶外保管。

樹木的砍伐與保管：區分樹幹與枝葉，首重防火；堆積高度不超過5公尺。保持通風並經常灑水，避免高溫。砍除枝葉可降低廠區的輻射劑量，將枝葉的輻射劑量控制在1微西弗/時以下。因枝葉會產生氣體，需注意排氣，監控溫度在攝氏60度以下；以繩子與圍欄管制，定期巡邏，監控空間劑量率。

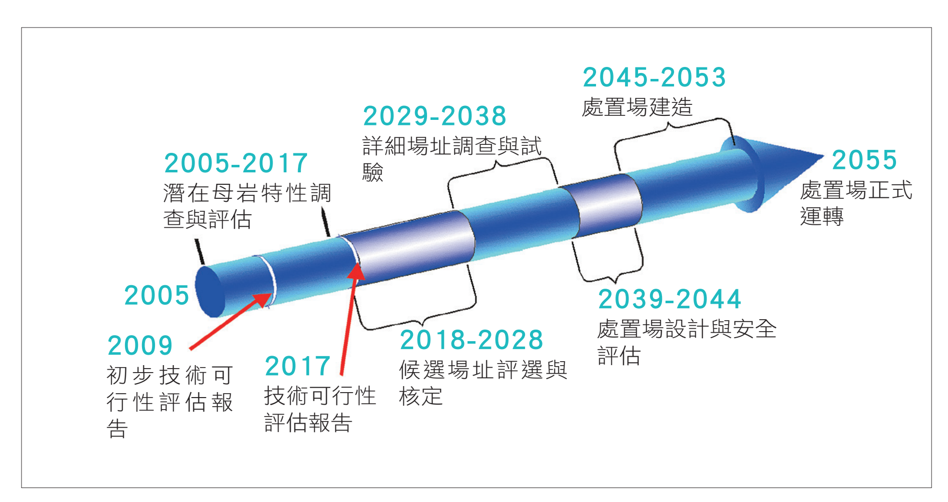
原有的雜項固化廢棄物焚化爐已遭海嘯破壞，目前已經另建。今後將進一步增加貯存設施，並加以減容，進行再處理之後再利用。

福島一廠積水處理程序之估算（後藤章 東京電力公司核能電力機械部經理）

福島一廠發生地下水洩漏，在附近海中測到重金屬。因為反應爐壓力槽容器受損，以致廢水流至汽輪機廠房。目前致力於將廠房水位降低至地下水位，即不容易洩漏，將銫濃度降至1%以下。現階段亞瑞華公司的淨水設備，可沉澱放射性物質，去除銫。廢水流經廠房的路徑需分流，以避免再次污染才能排出。

廢水暫存設施預計使用20-25年，水處理後產生的二次廢棄物，以吸附性能高的沸石放在容器中去除銫，放置於戶外。

地下水以每小時15-50噸湧入，必須持續增加貯存水槽，並計畫以液態氮冷凍廠房邊



▲ 我國用過核子燃料處置計畫時程

界，以阻止地下水繼續流入。目前水中氚含量仍高，因此無法排放至他處。瓦礫類的廢棄物則需要建造多層建築物貯存、回收再利用。

台灣核能電廠除役管制說明（鄭維申 原子能委員會放射性物料管理局組長）

核電廠除役的最終目的，必須確保核能設施能在安全狀況下拆除，且場址的最終情況必須是環境可接受的程度。

在台灣的除役法規要求，核電廠必須採取立即拆除的方案，並在25年內完成。拆除範圍包括受放射性污染的設備、結構及建物等，拆除後的廠址輻射劑量應符合主管機關所訂的標準。

依據「核子反應器設施管制法」規定，台電公司應於反應爐永久停止運轉前3年提出的除役申請書，檢附除役計畫及財務保證說明，送原能會審查。其廠址輻射特性調查的結果，依當時能取得的資料與數據進行評估，其所載的除污與拆除方式，以當時的可行技術為參考依據。

台電公司申請反應爐除役時，依據環境影響評估相關法令規定，核電廠除役應實施環境影響評估。因此台電公司應於原能會作成審查結論前，應檢送環境保護主管機關認可的環境影響評估相關資料。

經原能會審查合於規定，發給除役許可後，於25年內完成除役作業。於除役計畫執行完成後6個月內，台電公司應檢附除役後的廠址環境輻射偵測報告，報請主管機關審查。

台灣過去雖然沒有商用反應爐的除役經驗，但是核能研究所對於研究用反應爐除役，有相當的除役經驗。

反應爐的除役，其拆除後廠址輻射劑量應符合主管機關規定的標準。（1）如果廠址採限制性使用，對廠址外圍一般人造成的年有效劑量不得超過1毫西弗。（2）非限制性使用者，其對一般人造成的年有效劑量不得超過0.25毫西弗。

為確認台電公司能確實準備除役工作規劃，原能會自102年起每3個月對台電公司的除役準備工作與進度展開專案查核。為使審查除役計畫順利進展，原能會將於102年底公布

除役計畫書審查導則，提供未來審查者的依據及申請者參考。為建立管制者審查能力與相關技術，原能會已加強相關技術研究，並彙集國際相關審查經驗，並進一步進行國際合作的探討。

福島事故後的民眾溝通活動（櫻井正治 中國電力公司公關部經理）

福島事故後公關工作面臨的課題：1.政府未能即時發布事故現況，無法掌握最新資訊，造成民眾不安；2.由於民眾缺乏輻射教育，媒體煽動性報導，造成「風評受害」；3.對東京電力公司以及相關核子機構嚴重指責，「原子力村」的說法波及無辜民眾；4.東北、關東地區核電廠停機，造成限電，各電力公司電力生產困難，只能以替代能源因應，增加45兆日圓成本，以致電價上漲；6.發電與輸電系統分離，電力自有化的改革。

事故發生初期，政府與電力公司間並未溝通，未施行緊急事故公關，不懂新聞發布會的重要性，使民眾對專家的專業產生質疑。2011年4月17日發布事故發展路徑圖，民眾才開始恢復冷靜。

緊急情況下，先採取單向資訊的提供，告一段落後，應根據接收資訊者的反應再進行雙向溝通，強調「我們未來將進行的方向與民眾的意向一致」。

福島事故後，中國電力公司減少公關活動；首先進行公司內部公關，瞭解事故發展情況，積極教育：對外說明輻射、電價、再生能源等議題。邀請島根電廠30公里內民眾入廠參訪，邀請教授、知名人士針對核能議題演講與科普教育；以網路行銷，加強展示館文宣、影片，家家戶戶發送核能相關雜誌，共26萬戶。

龍門電廠建廠現況（郭東裕 台電公司核能技術處課長）

依照現有的設計龍門電廠有足夠的能力應付類似福島事故的天然災害，但是仍然以最壞的打算做最好的準備，先後提出了超過100項的改善方案，這些改善方案中大部分都會在燃料裝填之前完成。

龍門電廠在地震及海嘯方面的防護設計：反應爐廠房基礎向下開挖26公尺至岩盤，還對所在的岩盤進行岩盤壓力載重試驗以驗證岩盤的載重能力。

根據我國經濟部中央地質調查所的調查資料：距離龍門電廠最近的活動斷層在35公里之外，龍門電廠的防震係數是0.4g。除此之外龍門電廠還有強震急停的設計，一旦偵測到大於0.15g以上的地震，反應爐將會自動急停。

在計算海嘯最大高度時是假想在距離廠



▲ 日本大間核電廠施工近況（2013 年 3 月攝）

址20公里的海底有1條100公里長的斷層錯動引起海嘯，在這個假設條件下計算的最大溯上高度是8.07公尺。因此龍門廠址的高度就定在海平面以上12公尺以避免海嘯侵襲。最近我國行政院國家科學委員會對台灣全島的海岸進行海嘯研究，若是以實際斷層的位置來計算，最大高度將會是3.4公尺，但是這個研究是個廣域的研究，並非是針對龍門電廠所做的研究，因此僅作參考。

龍門電廠的排洪設計是台灣歷史最大雨量的10倍以上。在緊急電源的設計上龍門電廠每部機組各有3台緊急柴油發電機，只要任何一台啟動就有足夠的能力讓機組安全停機。

除此之外還有一台2部機組共用的氣冷式緊急柴油發電機。另外還會增設2台60百萬瓦的氣渦輪發電機作為後備的緊急電源。萬一所有的緊急電源都失敗的話，在標高117公尺的地方還有一座4萬8千噸的生水池可以靠重力對反應爐進行注水。

龍門電廠的海水泵設在建築物內受到保護，建築物內所有與核能安全相關的設備都是位於耐震1級的防水隔間之中，設有防水隔間和水密門。

緊急水源方面，備有移動電源提供泵的動力，可自CST、DST及消防水槽取水；如果水量不足，標高117公尺的地方還有座4萬8千噸的生水池。此外，廠內自備的消防水車可機動取用附近水源，必要的時候也可以取用海水。龍門電廠的設計足以應付類似侵襲福島一廠的這種複合式災害。

龍門電廠1號機總共有126個系統，目前已經有120個系統由施工處移交給電廠進行試運轉測試。如果一切順利，台電會將測試報告送交原能會審查並申請燃料裝填許可。屆時龍門電廠將由現在的試運轉測試階段進入啟動測試階段。

大間核電廠建廠現況（古賀薰口電源開發公司核能建設部設備技術室室長）

電源開發公司（J-Power）擁有核電廠、輸電系統、供電公司，是日本第5大電力公司。目前台灣有12個建設項目是屬於J-Power。

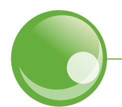
大間核電廠位於東北大間崎地區，未受強震、海嘯的影響，但是仍然停工。為因應福島事故教訓，積極因應海嘯防範、確保緊急電源與多重水源、因應多重災害的設備。興建15公尺高的海嘯牆、水密門組裝、增加氣冷式發電機等。

震災前施工進度約376%，2012年短暫復工，進度還無法估算，最後何時商轉尚未可知。大間電廠位於東北，冬天施工不便，利用大型有孔隙的屏蔽，加上圍層，可防風、防雪。因廠區範圍不大，多數儀器設備先在廠外組裝好再送至廠內吊裝組合，亦可縮短工期。

擺脫負面形象 建立東亞最佳典範

陳副總表示，本次研討會各位專家提供的寶貴資訊，顯示出核能界為使核能更加安全所做的努力。希望台灣的龍門電廠與日本的大間電廠都能獲得民眾的支持，順利完工運轉。營運中的核電廠應依照營運績效的展現，繼續延役，可從中獲得寶貴知識與智慧結晶。

服部理事長則認為，研討會中受到台灣方面很大的啟發，日本的放射性廢棄物有許多困境需要處理，公關則是雙方共同的難題，期能相互勉勵協助。台灣已有許多具體的新核安措施，值得日本學習；而核四公投與核一廠除役，也是日本未來將面臨的課題。日後台日應更密切交流，擺脫負面形象，建立東亞最佳典範。




浜岡核電廠的海嘯評估與安全防護

文・編輯室

第28屆台日核能安全研討會主辦單位原子力產業協會（JAIF），會後安排參訪浜岡與美濱兩座核電廠，分別就海嘯評估與安全防護措施，以及斷層調查、長期停機的維護工作，進行交流訪問。

浜岡核電廠位於日本靜岡縣，屬於中部電力公司，共有5部機組，1號機於1976年3月商轉。1、2號機於2009年開始進行除役作業。

福島事故後，因有學者表示浜岡電廠附近地區30年內發生強震機率達八成，因此2011年5月9日日本前首相菅直人下令電廠全面停機，進行徹底的安全檢查。中部電力公司遵照命令，停機檢查電廠耐震度，並針對海嘯、地震擬訂對策，希望能打造世界第一安全的核電廠，也樂意將經驗與他廠分享。

該地自1854年至今150年未發生過強震，因此推測隨時會發生，但是另有學者表示也可能不會發生強震。現有許多歷史資料都是來自於本地的寺廟，靜岡縣寺廟眾多，因此資料非常豐富。本區目前已然成為全國關注焦點，中央政策防災組也已經預先擬訂相關防災對策。

不想再面對預想外的天災

2007年柏崎刈羽核電廠遭遇強震襲擊時，浜岡電廠推測本區發生強震的機率很低，東北地區也偏低，即使發生也應該是中度等級；沒想到311地震竟高達9級，顯示以推論的方式準確度很難掌握。中部電力公司不想再遭遇「預想外」的天災，盡量將可能發生的狀況納入應變考量。



▲ 圖 1 浜岡核電廠鳥瞰圖


▲ 圖 2 浜岡核電廠防海嘯牆西側之水泥強化土堤（摘自網頁）

浜岡電廠已將廠內所有管線、設備、水槽等耐震度提高至1G，海嘯牆長1.6公里，目前高度18公尺，將增建至22公尺，海嘯牆基礎為地下連續壁式。展示館中有海嘯牆模型


▲ 圖 3 免震重要棟內緊急應變中心辦公室


▲ 圖 4 免震重要棟地下室可看見柱體間有橡膠墊防震


▲ 圖 5 濱岡核電廠重要結構物內的水密門（摘自網頁）


▲ 圖 6 防水門（摘自網頁）

展示，近距離接觸令人感到相當震撼。

浜岡電廠曾模擬估算，從海嘯警報發報到實際來襲大約20分鐘的時間，足以讓電廠進行緊急應變作業。

浜岡電廠的免震重要棟防震係數達1G，目前已經完工，廠內行政人員已在其內執行勤務。未來還需要加強的部分是輻射防護、防水措施及維生系統。台灣代表團前往免震重要棟地下室參觀，龐大堅固的柱體下方有橡膠軟墊，是緩衝震波的設計（如圖4）。

預防淹水對策

濱岡核電廠防海嘯進入廠區的措施如下：

1.設置防海嘯牆：阻擋海嘯溯上的海水由地面侵入廠區。

2.設置廠內擋水牆或擋水閘門：阻擋海嘯由冷卻水抽水站前池溢流至廠區。

3.設置密封鋼罩：阻擋海水由其他連通外海的地下孔道開孔處溢流至廠區。

為防止設備淹水事件的第二道安全措施包含：重要結構物的主要進出口增設雙道防水門，其他重要開口或通道增設或強化水密門（如圖5），地面保護高度至少3公尺。

為強化重要結構物的阻水功能，濱岡核電廠內約200處的出入口、開口或通道都增設雙道防水門或水密門（如圖6）。所有防水門或水密門平時都保持關閉狀態，主要進出口設置雙道防水門，操作時如一扇門開啟時，另一扇門必須為關閉狀態，才能確保任何時間整個結構物均維持防水狀態。

台灣代表團參觀5號機組中控室時，見有其他機組的女性操作員在此見習。浜岡電廠全廠有80%的員工是當地人，多來自菊川市、牧之原市、掛川市、御前崎市，與當地關係緊密相連、共存共榮。



美濱核電廠的斷層調查與長期停機維護

文．編輯室

1970年，美濱核電廠1號機正式商轉，是全日本第一座商轉的核電廠，可說是日本核電的先鋒。美濱電廠位於福井縣美濱町，隸屬於關西電力公司；福井縣可說是日本的核電大縣，縣內共有15座核能機組。

台電公司陳布燦副總經理表示，台電與關西電力公司關係良好，核三廠與高濱電廠結為姊妹廠，多年來的交流互訪獲益良多。目前台灣正在進行核電廠附近斷層的調查、預防地震與海嘯的對策，希望能向日本取經，學習安全文化的態度與用心。

藤原廠長在簡單介紹美濱電廠概要之後，第一件簡報的是該廠曾經發生過2次意外，一次是1991年2月9日的蒸汽產生器破管事件；另一件則是2004年8月的3號機主蒸氣管破管事件。廠方人員還帶領台灣代表團前



▲ 美濱核電廠



▲ 美濱核電廠展示館外觀





▲ 美濱電廠防海嘯牆


▲ 緊鄰美濱核電廠的海水浴場

往蒸汽產生器破管展示館參訪，詳盡介紹破管原因與防範措施。展示館內陳設的就是發生意外當時的蒸汽產生器，時鐘也停留在當天下午1：40，提醒工作人員勿忘教訓。

美濱電廠這種謹記教訓，不隱惡揚善的坦誠態度，實在令人佩服。

廠區附近破碎帶的調查

2012年8月，原子能規制委員會（NRA）要求美濱電廠追加廠區附近破碎帶地質的調查。以前曾經證實本區有破碎帶，之後再度調查確認有9條破碎帶經過，現在必須調查這些破碎帶是否屬於活斷層。美濱電廠必須於7月31日提出報告，目前已知並非活斷層。

調查方式為：在船上安裝聲納器，探測斷層情況；另在陸地上以反射探測法判斷破碎帶與活斷層的關係，包括海底地層測量。這三種方法都已證明廠區破碎帶與Shiraki活斷層無關連性。

對於活斷層的定義，是根據日本政府訂定的標準，12-13萬年內曾經活動過的斷層稱為活斷層，無活動者為死斷層；活斷層活動之後會產生破碎帶，不過溫泉也可能會造成帶狀破碎地質。以碳14定年法可確定12-13萬年間是否有火山灰沉積的現象。

福島事件之後，美濱電廠已長期停機1.5年，除維護機組的固定工作外，也因應原子能規制委員會的核安新標準，進行安全等級的提昇，防震係數達0.75G，已準備好隨時可重新啟動。為因應安全對策，關西電力公司旗下11座核電機組共花費2,840億日圓。

新法規的安全改善措施

美濱核電廠在福島事故後的改善措施，共分成3方向：確保電源供應、確保補水水源、防止海嘯及淹水措施。

而申請再啟動規劃方面，比較2013年7月8日日本公布新訂的安全法規，新增的法規要求有4項：防止爐心受損、防止圍阻體失效、輻射外釋量降至最低及防止國際恐怖攻擊等，而原法規要求新增1項：防止內部淹水。電廠正逐一再確認是否符合新法規要求，並完成原法規要求的各項強化改善措施後再考慮提出再啟動申請，不過申請時程尚未確定。

此外，美濱電廠非常重視與當地民眾的公共關係，每年2次進行全面性家戶拜訪，公關人員帶領技術人員，攜帶文宣品與蔬果種籽，過年前則加贈月曆，廣受民眾歡迎。福島事故後2年，居民已經開始為他們加油打氣，期待機組能夠重新啟動。當地漁民更因為機組停機使得漁獲量減少，而幫忙電廠積極向政府爭取重新啟動（因若狹灣內水流較緩慢，機組運轉時，會抽取海水、排放冷卻水，增加水流速度，也帶動魚群游入灣內）。

電廠附近風景如畫，設有多座海水浴場，沙灘細白潔淨無污染，和我國核三廠情境相仿。每到旅遊旺季遊客如織，人潮湧動，完全不影響當地的觀光與經濟產業。

亞洲的經濟成長將推升全球能源需求

文・編輯室

根據美國能源資訊管理局（EIA，美國能源部所屬的統計分析機構）的資料，從2010年到2040年間，世界能源消耗量將增加56%。雖然同期間內核能發電預計將成長一倍，但煤炭仍將是最主要的發電用燃料。

在美國能源資訊管理局新發布的「2013年國際能源展望」（International Energy Outlook 2013）中指出，參考案例下的世界能源總使用量，將從2010年的524千兆英熱單位（Btu）增加至2040年的820千兆英熱單位。

主要的成長將來自於經濟合作暨發展組織以外的亞洲和中東國家：2040年時，非經合組織國家的能源總需求量將增加90%，其中中國和印度加起來就會占到一半。而在同一期間內，經合組織國家的能源耗用量，預計只增加17%。

美國能源資訊管理局的管理員亞當謝明斯基說明，中國和印度的日益繁榮，是關係著全球能源需求前景的主要因素，並將對世界能源市場的發展產生深遠的影響。

根據美國能源資訊管理局的資料，2040年時，全球發電量將來到39兆度電，比2010年成長93%。世界能源中增長最快速的是再生能源（包括水力、風能和太陽能等）以及核能。2010-2040年間，上述每種能源預期都能以每年2.5%的速度成長。

核能發電量預估將從2010年的2.62兆度電，躍升至2040年的5.492兆度電。核能發電裝置容量也確定會大幅增加，包括中國增加1,490億瓦、印度增加470億瓦、俄羅斯增加310億瓦以及韓國增加270億瓦。然而，核電占全球發電的比重，將只是從13%成長至14%。

再生能源的占比，預計將從2010年的21%，增加至2040年的25%。天然氣的占比則將從22%提升至24%。而燃煤占比將隨著各國向清潔能源靠攏，反向由40%下降至36%。

美國能源資訊管理局認為，煤炭的前景可能受到未來任何旨在減少或限制溫室氣體排放的國家政策或國際協議的影響，而有更大幅度的改變。然而，放眼到2040年為止，煤炭仍將是最大的單一發電燃料來源。

美國能源資訊管理局也特別點出，縱使目前的政策和法規對化石燃料的使用有所限制，但是全球與能源相關的二氧化碳排放量，將在2040年達到450億公噸──從2010年的310億公噸攀升了46%。其中煤炭仍將穩居二氧化碳排放量的榜首。

http://www.world-nuclear-news.org/EE-Asian_growth_to_boost_global_energy_demand-2607134.html

日本投資反應爐重啟，將可因此受益

文・編輯室

日本能源經濟研究所（IEEJ）表示，若增加預算與資源的投入，並動員更多的安全審查小組，以加速讓閒置的反應爐儘快重新啟動的話，則可以節省下8,500億日元（約88億美元），日本全國反可因此而受益。

日本能源經濟研究所發表了2014年的展望，該展望一併考慮了若核反應爐能重新啟動，以及其他包括首相安倍晉三的「安倍經濟學」等經濟與政策因素的影響。

自日本原子力規制委員會（NRA）於7月對核安的要求拍板定案後，日本電力公司立即提出了10部核反應爐重新啟動的申請。日本能源經濟研究所估計，NRA將會派出3個主要團隊，以及地震和海嘯的專家團隊進行核反應爐重啟的安全評估。這些團隊的成員人數約80位，假設同時間最多可以一次處理3個電廠、最多6部反應爐的話，則每一批反應爐的再啟動評估需要6-12個月。

以這種80人的中等規模來進行評估，每一批反應爐需要6個月的再啟動評估時間，則到2013會計年度（即2014年4月），將有6部反應爐可以併聯發電；到2014年會計年度底，將有16部反應爐可以歸隊。在這種情況下，日本大概就不需要使用石油來發電；而煤炭的使用則將穩定維持在略高於福島事故前的水準；但天然氣的使用將繼續成長，比福島事故前的用量高出約26%。

日本能源經濟研究所表示，如果指派160人而不是80人來加快審查程序，則將多花費3.2億日元（約3,300萬美元）。但是，可能就會有28部反應爐可以運轉，而不只是16部而已，如此則可避免將價值8,500億日元（約88億美元）的國家財富拱手送人。所節省的財富主要是減少化石燃料的進口，並伴隨著在2014會計年度將有減少3,400萬噸二氧化碳排放量的好處，這也將意味著全日本的二氧化碳排放量在過去5年來首次下降。不過雖然較2013年的歷史新高為低，但仍高於1990年的水準16%之多。

日本能源經濟研究所認為2013會計年度的經濟成長率將為2.7%，並預期2014會計年度雖仍會成長但將只能達到0.8%。而經過3年的節能措施後，電力需求仍將有1.3%的增加幅度。

http://www.world-nuclear-news.org/RS_National_incentive_for_nuclear_regulation_0908131.html



日本成立核能除役研究院

文．編輯室

日本已成立了一個新的研究機構，目標是希望能匯集國際上有關於核電廠的除役經驗，並計畫在受損的福島第一核電廠附近為該研究機構設置一座研究設施。

國際核能除役研究院（IRID）是在8月1日正式成立，由出身於京都大學研究用反應爐學院，並擔任日本政府福島第一核電廠中、長期措施小組委員會主席的肇山名（Hajimu Yamana）出任該研究院的院長。

根據國家廣播公司NHK報導，該研究院將擁有來自包括國家研究機構、電力公司及製造廠商等17個組織，共計超過500名的專家。將進行研究發展以提高技術標準，並提供核電廠除役的建議。

之前也曾領銜推動過類似呼籲的日本原子力產業協會（JAIF）的理事長服部拓也（Takuya Hattori），對於國際核能除役研究院的成立表示歡迎。他認為積極的與世界各國一起推動研發工作，分享各種領域的知識，並將這些知識應用在核能安全研究上是日本的責任。

服部會長強調，從過去國際共同研究包括遭受到核災重擊的三哩島和車諾比爾核電廠等核子設施如何除役中，已經累積了很多的技術和經驗。但他也補充說，全世界的目光現在都轉向福島核電廠的除役，藉由國際組織的加入，讓



▲ 日本原子力產業協會服部拓也理事長

具有技術和經驗的研究團體和個人可以一起坐下來，針對惱人的問題，共同思考、討論和制定出解決的方法和策略。

他還表示，他希望這個新的研究機構能充實核能人力資源，特別是吸收在福島事故後，可能會調頭離開核子科學與技術的年輕人。除役這件事，乍看之下好像只是在一場盛會後清理殘局而已，但是福島核電廠的除役卻要面對前所未有的挑戰和契機。

服部理事長建議，除役需要長期的努力。透過來自世界各地的研究人員、工程師和技術人員的積極交流互訪，將有助於給福島地區帶來重生和復甦的希望。

http://www.world-nuclear-news.org/WR-Decommissioning_institute_formed_in_Japan-0908135.html

福島核電廠放射性污水洩漏之清理

文．編輯室

日本福島第一核電廠用以防止和減緩放射性污水自儲存槽洩漏的一些措施，似乎已經收到了效果。

自從8月20日發現有一些經過部分處理的放射性污水自儲存槽洩漏，並經由雨水閥從圍堤排放流出後，東京電力公司目前已經將過多的放射性污水抽走，並將受影響的土壤清除了50公分厚。據報告，在該深度的土壤已經沒有污染的跡象。

東電還增加了將雨水排放到大海的排水渠道的監測。在排水渠道出海口的監測結果顯示，銫-134和貝他輻射都低於檢測門檻，至於銫-137則是微量的量測到每公升有18貝克，這比一根香蕉中存在的天然輻射還要少。在較接近出問題的儲存槽附近，沒有檢測到銫元素，而貝他輻射是在每公升有93貝克的等級。與洩漏水原來的每公升8千萬貝克相比，顯示出就算萬一真有放射性水洩漏至大海，其數量也是相當的少。

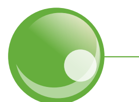
故障的儲存槽之前是因為原址的地基下陷，所以連同其他兩座儲存槽一起被拆除、搬移並重新於現址組裝。據推測，故障的原因可能是某種因素導致儲存槽的密封環受損，但是在重組後的測試中沒被檢查出來。因為有這次的前車之鑑，東電正將另一座一起搬移的儲存槽中的水排放掉，並準備將剩下的最後一座儲存槽中的水也放空。

所有具密封環的儲存槽，未來都須由可能多達50名配備有輻射劑量計的巡邏人員進行更頻繁的定期巡視。此外也裝設熱影像攝影機，藉由量測儲存槽表面的溫度差異來顯示儲存槽的水位高度。也會訂有一套例行程序，以利巡邏人員能快速的記錄下任何可能因為漏水而形成的小水窪。而原本是經常保持在開啟狀態的雨水閥，也將被關閉。

因為在故障儲存槽的混凝土基座上，發現到兩處每小時有70和100毫西弗的高劑量率，故基座的清理工作在進行中。在儲存區另一側的幾個雨水閥，也出現每小時4.0和16.0毫西弗的較高劑量率，不過這些區域的土壤沒有被污染的跡象。但是東電表示，無論這些土壤有無被污染，該公司都計畫將其鏟除。

東電也在儲存區外圍採取進一步的措施，以避免日後再有任何污水溢流的情形。圍繞著儲存區周圍已堆砌起一道土堤，更外圍則鋪設防水布和橡膠墊。未來則有可能將現有儲存槽更換為另一種密封設計的型式。

http://www.world-nuclear-news.org/RS_Fukushima_leak_cleaned_up_2708131.html



美國商業團體聯合呼籲促進核能貿易

文・編輯室

美國3個商業團體籲請美國政府，應採取更堅定的態度以促進國際核能貿易，並敦促加速締結雙邊合作協議，以及用務實的方式來處理鈾濃縮和再處理的議題。

在一份致國務卿約翰克里和能源部長歐內斯特莫尼斯的信函中，美國核能協進會、美國製造協會，以及美國商會對於美國除了在全球舞台上坐失商機外，也因為喪失對核能安全、保防和防止核子擴散的影響力而增加的風險表示關切。

問題的癥結是在雙邊合作協議，也就是俗稱的「123協議」。因為根據1954年版美國原子能法第123條，美國和其他國家欲從事與核能有關的合作或貿易，必須先簽訂雙邊合作協議，之後才能在符合該合作協議的規範下進行相關活動。迄今為止，美國已與大約50個國家締結24件該類協議；有些協議是以組織或區域而非單一國家為簽約主體，例如歐盟。然而，這3個團體擔心，在當今競爭激烈的全球市場中，美國擁有鈾濃縮和再處理絕對同意權的強硬堅持立場，將對那些正在談判或協商中的123協議，造成無法及時完成簽署程序的潛在障礙。

讓這3個團體擔心的理由，是美國如今已不再是當年原子能法第123條立法時，能呼風喚雨左右全球核電市場的核電供應霸主。因此他們敦促美國政府採取務實的方式，來處理鈾濃縮和再處理的議題，而不要硬性強迫那些未來的合作夥伴放棄使用鈾濃縮和再處理的技術，來做為簽訂雙邊合作協議的先決條件。信函中提醒，以如此頑固又毫不妥協的態度堅持這樣的簽約條件，勢必將威脅到美國與那些正展開民用核電計畫國家的合作機會。

事實上，美國一直在與約旦、越南和沙烏地阿拉伯等意欲推展核電計畫的國家進行磋商，但始終未能完成123協議的簽訂。由此可見，這些國家其實也想與美國以外的其他國家進行合作。由於法國、日本、俄羅斯和韓國這些核能供應國並沒有設下必須先簽訂合作協議這類的要求，因此他們都能夠提供國際客戶廣泛的產品和服務。但在此同時，因為美國跟這些國家還沒完成123協議簽訂，所以美國公司就只能眼睜睜的被拒於門外。

此外，美國與韓國現有的123協議將於2014年3月失效，但兩國始終無法就接續協議達成共識。

http://www.world-nuclear-news.org/NP-US_business_in_joint_plea_on_nuclear_trade-2307137.html

密西西比州放眼於核能廢料處理設施

文・編輯室

美國密西西比州的一個商業團體，已正式敦促該州參議院設立專用的管理中心，以提供用過核燃料的中期貯存；而長遠來看，更可提供用過核燃料的再循環利用，甚至最終處置。

非以營利為目的的密西西比能源協會（MEI），已向州參議院的經濟暨發展委員會提出它的構想白皮書。在白皮書中，該協會描述了美國目前的用過核燃料管理架構，還用被政治力搞垮的「雅卡山經驗」舉例說明。

據密西西比能源協會表示，美國政府重新評估用過核燃料的管理措施，除提供該州設置用過核燃料專用管理中心的機會，也將使該州獲得重大利益。密西西比能源協會所規劃的用過核燃料專用管理中心，短期計畫是建造一座耗資超過5億美元的用過核燃料貯存和監控設施；中期計畫是投資超過 150億美元，建造一座可透過再循環來活用這些用過核燃料的設施，以處理該州核電廠產生的用過核燃料。該協會指出，展望更長遠的未來，密西西比的鹽丘地質可以供做全美用過核燃料的最終處置場。

密西西比州可獲得的經濟利益，包括研究和發展的機會、製造和供應鏈，以及提供相關勞務，並代表著有機會發展成為大規模的核能產業群。

美國用過核燃料的管理是由1992年生效的「核能廢料政策法」所規範，該法中規定用過核燃料的管理是屬於聯邦的責任，但目前排除再處理以及再循環。密西西比能源協會指出，在該協會的構想能夠成真之前，需要先取得美國聯邦和密西西比州對管制及立法行動一致的共識。但該協會也警告說，由於用過核燃料最終將何去何從至今仍不得而知，因此包括該州大灣核電廠在內的現有核電廠，以及新建核電廠的換照或發照都充滿了不確定性。

根據美國核能協進會（NEI）的資料，密西西比州唯一的大灣核電廠，供應全州約20%的電力，並對當地經濟貢獻了4.7億美元，而該廠目前貯存超過810噸的用過核燃料。密西西比能源協會點出，根據美國法律所成立的核能廢料基金，已徵收了至少320億美元以供用過核燃料的管理之用，迄今為止，其中超過3.94億美元是由密西西比州的納稅人所貢獻。

http://www.world-nuclear-news.org/WR-Mississippi_futuregazing_at_waste_facility-2708137.html

美國法院對雅卡山處置場執照申請案做出判決

文・編輯室

美國上訴法院於8月13日裁定：美國核管會擱置雅卡山高放射性廢棄物處置場執照申請案不予審查，屬違法行為。

美國哥倫比亞特區巡迴上訴法院的這項判決，是針對華盛頓州和南卡羅來納州，以及該州的公用事業管理人等在內的其他團體和個人請願者的提告作出回應。這些請願者的訴求，是希望法院能強制勒令美國核管會重啟雅卡山高放處置場執照申請的審查作業。

為提供美國核電工業用過核燃料以及軍用高放廢棄物的永久處置之用，美國能源部遵照「核能廢料政策法」的規定，在2008年向美國核管會提出興建雅卡山高放處置場的執照申請，核管會依法應該在申請案受理後3年內提出審照的結果。但是核管會卻於2011年遵從2009年美國政府放棄這項計畫並開始重新制定新的核廢料處理策略的決定，停止發照的相關作業。核管會前任主席格雷戈里姚茨科當時解釋說，中止所有相關的審照作業是因為核管會沒有足夠的預算來繼續這項工作。

然而在法院29頁的判決書中，巡迴法官布雷特卡瓦納夫指出，美國國會直到2011會計年度都仍繼續撥款給這項法定的執照審查作業，但是儘管還有至少1,100萬美元的預算可用，美國核管會卻未在法定的時限內完成審查。卡瓦納夫法官強調：「事實上，核管會自己也承認，目前並無意遵守法律的要求，核管會甚至乾脆就罷審這件執照申請案」。

由於核管會強烈質疑國會其實並無意要這個發照程序繼續走下去，因此在美國國會2013會計年度撥款結果出爐前，法院於2012年8月對本案暫予保留，以便國會能有時間加以澄清。但是巡迴上訴法院最後仍發出請願執行令並解釋：「國會並沒有對相關法律做出任何改變，但核管會始終就是不動如山，照這情形看來，核管會根本就是藐視法律」。

一些美國核能工業團體，例如美國核能協進會以及放射性廢棄物策略聯盟等都對這項判決表示歡迎，因為這明確的彰顯出，雅卡山高放處置場執照申請的審查是核管會應盡的義務。這2個團體在一份聯合聲明中表示，核能業界熱切期盼核管會能採取一切必要的步驟，依照法院的責示，立即恢復對雅卡山執照申請的獨立科學評估。

由於核能發電的消費者已經向聯邦財

庫繳納了近350億美元的規費及利息，專款專用於用過核燃料的管理，因此聯合聲明也呼籲，消費者有權知道雅卡山高放處置場是否可安全的永久貯存核燃料，因此支持國會撥付預算，以便完成執照申請的審查。

而在收到美國上訴法院的判決後，美國核管會已對如何有效使用這筆手邊的1,100萬美元，來重新恢復雅卡山執照申請案的審查，徵求各界的意見。

核管會的做法是邀請所有與審查雅卡山執照申請案的相關人員，提出他們對核管會應如何繼續進行這件申請案的意見。法院的請願執行令是從2013年9月3日開始生效，核管會則允許這些受邀者，可於9月30日前提出他們的意見。

內華達州奈郡已經要求現任核管會主席艾莉森麥克法蘭迴避與雅卡山高放處置場有關的事務。因為在她被任命為核管會主席之前，她的學術和諮詢工作，包括發表對該計畫相當關鍵的聲明在內，與該計畫息息相關。雖然他們也瞭解，那些聲明是麥克法蘭先前擔任學術和獨立技術顧問時所為，但是仍對她的公正性提出質疑，懷疑她可能會不遵從法院的強制命令。

美國核能廢料政策是以建造集中式用過燃料的最終地質處置場為中心，而位於內華達州的雅卡山在2002年被正式批准為處置場的場址。然而，若一直沒有最終處置場可用，則用過燃料何去何從，將成為美國現今以及未來核電廠日益嚴重的心腹大患。在核管會核發或換發核電廠運轉執照的重要依據──「廢料信心法規」中，核管會就指出，有信心用過核燃料最終處置場終將可用。不過由於雅卡山計畫遙遙無期，因此最新版的廢料信心法規被美國上訴法院宣判無效。若沒有有效的廢料信心法規，核管會就無權批准新核電廠的建造和運轉執照。而核管會最近公布並徵求公眾意見的「廢料信心通用環境影響聲明」，就是核管會為爭取恢復廢料信心法規效力所努力的一部分作為。

http://www.world-nuclear-news.org/WR-US_court_rules_on_Yucca_Mountain-1408137.html

http://www.world-nuclear-news.org/WR-NRC_moves_on_used_fuel_storage-2506137.html



法國布杰核電廠 4 號機可再延壽 10 年

文・編輯室

法國布杰（BUGEY）核電廠4號機已順利完成一項重大的定期安全審查，成為法國第5座獲得法國原子能安全委員會（ASN）核准，可運轉40年的反應爐。

布杰4號機於1979年開始運轉，是一部880百萬瓦的壓水式反應爐。ASN在2011年2月和6月布杰4號機停機期間，進行了包括一次側迴路液壓單元的重新鑑定等4次檢查作業的監督工作。布杰4號機現在已和布杰2號機、卡斯坦核電廠1號機，以及費森翰核電廠1、2號機等4座反應爐，一同列入已完成第3次10年評估和管制機關審查的名單中。此外布杰2號機先前已於2012年6月獲得ASN繼續運轉的許可，而布杰3號機，目前正進行第3次10年評估的檢查。

不過ASN已通知布杰核電廠的營運者──法國電力公司（EDF），必須採取額外措施強化該廠的安全水準，以確保符合最新的實務要求。該委員會指出，這些要求除了與之前對有相似設計的布杰2號機的要求大致相同外，還會再加上一些針對4號機的特定措施。所有的強化工作完成後，也都必須再經過委員會的確認。

核准反應爐可再繼續運轉的程序，不僅僅是發出一張允許再運轉若干時間的執照而已，法國的法律還要求核電廠的營運者每10年須進行一次反應爐的安全水準審查。這項審查包括法規性審查，以確保該電廠的運作符合適用的安全法規要求，另外也包括保安方面的審查。這個過程為確保電廠採行最新的安全實務和訂定新的運轉條件。該審查也需要驗證，在未來至少10年間，任何伴隨著電廠老化而產生的現象都可適當的控管。


擁有 4 部機組的法國布杰核電廠（EDF 提供）

ASN對布杰4號機的安全要求，也包括福島事故發生後所吸取的經驗及教訓。若未來10年間有更多的福島經驗回饋，這些安全要求將可能會再隨之修改或加以補充。

http://www.world-nuclear-news.org/RS-Ten_more_years_for_Bugey_4-3107137.html

核能新聞

文・編輯室

國外新聞

日本核能發電又將再次歸零

繼大飯核電廠3號機於9月2日停機進行維護和檢修工作後，日本僅存的運轉中核電機組-大飯4號機，也在2週內停機。

2011年3月福島事故後，日本政府下令該國所有的核電廠都要經過兩個階段的壓力測試，以驗證是否具有承受極端事件的能力。第一階段的測試是在機組停機進行歲修後進行，並須在獲得政府批准後方能重新啟動。

今年6月原子力規制委員會（NRA）表示，根據新出爐的管制標準，大飯核電廠3、4號機並無立即的安全問題，因此可以繼續運轉，直到它們下一次的停機大修為止。

在正常的情況下，日本的核電機組每13個月要停機一次，以更換燃料並進行保養和安全檢查。而大飯3號機已於9月2日停機進行今年度例行檢修，4號機則在9月15日停機。在此之後，日本又將再次處於「零核」狀態。

這兩部機組什麼時候可以重新啟動，目前尚不得而知，因為NRA稍早時曾表示，目前正在調查該電廠廠址是否有地震斷層帶通過，調查完成前是不會進行重新啟動的審查。

WNN News 2013/09/02

中國國家核電技術公司在巴西設立辦事處

中國國家核電技術公司（SNPTC）在巴西里約熱內盧設立第一個南美辦事處。

該辦事處由中國總領事陳小玲和國家核電技術公司的巴西代表團團長沈委懂正式開幕掛牌，許多外交人員和中國商業、企業及金融機構的代表都出席了這項儀式。在儀式上，陳小玲致詞希望該辦事處的成立能充實和加強兩國間的雙邊合作關係。

目前，巴西安格拉核電廠的2部反應爐，提供全國3%左右的電力，而該廠的第3部機組正在興建當中。展望未來，巴西國有的電核公司正考慮興建2座各擁有4部機組的新核電廠，不過在2020年之前開工的機會不大。雖然西屋公司的AP1000型反應爐、亞瑞華-三菱的Atmea1型反應爐，以及俄羅斯核能建設出口公司的VVER- 1000型反應爐都列入考慮，但目前還沒有任何一家雀屏中選。

WNN News 2013/08/29

中國最新一座反應爐壓力槽安裝完成

中國西部第一部新核電機組的反應爐壓力槽，已在防城港核電廠安裝完畢。

建廠工程的主承包商是中國核電工程公司。象徵工程開動的反應爐廠房混凝土基座底板的鋪設，是在3年前動工。而用以容納1

號機組核心的反應爐壓力槽，已於8月27日安放定位。

防城港核電廠位於廣西壯族自治區紅紗村附近，距中越邊境約45公里。該電廠39%的股份由廣西投資集團擁有，61%權益則由同時也擁有中國核電工程公司的中國廣核集團所擁有。該廠預定將容納6座大型的壓水式反應爐，1、2號機按計畫將在2015、2016年開始運轉。

WNN News 2013/08/29

中國寧德核電廠 2 號機開始進行熱測試

中國福建省寧德核電廠2號機已從8月16日開始進行熱測試，預計需要45天才能完成。這部國產CPR-1000型的壓水式機組預定於明年下半年開始商業運轉。

所謂「熱測試」，是模擬反應爐相關系統處於正常運轉時的高溫和高壓下所進行的測試。這項測試的目的是為確保在燃料裝填之前，冷卻水迴路和安全系統都能正常的運作。

寧德核電廠將擁有4部CPR-1000機組。1號和2號機組於2008年開始興建，3號和4號機組則於2010年開工。1號機組已於今年4月開始運轉，2015年時，所有4部機組都將運轉發電。此外，目前正計畫在該廠現址再加建2部CPR -1000機組。

寧德核電廠46%的股權是由中國廣核集團所擁有；44%是由中國大唐集團公司（China Datang Corporation）擁有；福建省能源集團則持有其餘的10% 。

WNN News 2013/08/20

中國昌江核電廠第一座反應器壓力槽安裝完成

根據承建中國昌江核電廠的中國核工業建設集團公司報告，該廠1號機的反應爐壓力槽已於8月10日安放在該機組的反應爐廠房內。

這件約250噸重10公尺長的組件，是由上海電氣核電設備有限公司根據2008年12月簽訂的合約所製造，經由海運於8月5日從上海運抵施工現場。

昌江核電廠的施工執照是於2008年7月由中國國家發展和改革委員會核發，並於當年12月開始進行開挖整地的先期工程。1號機是在2010年4月25日開始混凝土澆灌，圍阻體頂蓋在2011年12月安裝，並預定於2014年年底開始運轉。2號機組是在2010年11月21日開始混凝土澆灌，預定2015年啟動。

昌江核電廠位於中國南部海南省海美塘村附近，是由中國核工業集團公司和中國華能集團公司的合資企業所建造，其股份分別為51%和49%。該電廠最終將擁有4部650百萬瓦的CNP- 600型壓水式反應器。

WNN News 2013/08/15

印度的經濟成長核電不能缺席

印度原子能委員會的前任主席阿尼爾卡科德卡在一場畢業典禮中告訴在場的學生，如果印度要增加625%的電力供應以滿足發展目標的話，核能必須是電力組合中重要的一員。

根據經濟日報的引述，卡科德卡於8月11日談到，「任何經濟發展的過程中，能源都是非常的重要。…如果我們沒有能源，就

不用談如何推動工業發展。」卡科德卡也表示：「如果印度要想成為一個經濟強國，則印度每人的平均電力生產值就必須與先進國家看齊。」

卡科德卡補充說：「今天的實際情況卻是，我們的平均電力生產值遠比先進國家落後14-15倍。在工業發達的國家，每人的平均電力生產值在1萬單位左右，而印度卻只有約800單位。」他強調：「印度的發電量至少要增加625%，至每人的平均電力生產值達到5,000單位，才能維持經濟成長。但是想要這樣大量又持續的電力供應來源，那麼核能和太陽能是僅有的兩個選擇，沒有其他能源可以做到這一點。」

印度目前有20部核電機組在運轉，總淨裝置容量為43.85億瓦。另有7部核電機組正在建造中，若都能在2016年底完工，將可增加48.9億瓦。印度的核電計畫是希望在2020年前可達到約200億瓦，在2032年前達到約600億瓦。

根據國際能源署的數字，印度在2012年共發出約1兆度的電力，其中近300億度是由核能所提供，僅有10億度來自太陽能。

WNN News 2013/08/14

美國阿肯色第一核電廠準備恢復運轉

因設備整修工程中一次重大工安意外而停機4個月後，美國阿肯色第一核電廠1號機準備恢復運轉。

該廠1號機是在今年年初停機歲修，並將發電機定子拆卸進行整修工作。不過在3月31日，因施工架倒塌，導致這組500噸重的組件，從地面樓板上的開口處掉落到下層的重型運輸車上而解體。這起事件共造成1人死亡及2人重傷。

2部機組部分共用的電氣系統受到波及而受損，導致2號機立即急停，在歷經10幾個小時等待後，一般電源才恢復正常供電。2號機目前已恢復全功率滿載運轉。

阿肯色第一核電廠的業主恩特基電力公司7月時表示，維修和更換受損設備約需9,500萬至1億2,000萬美元，這還不包括停機期間替代能源增加的成本。在此同時，恩特基已採取法律行動，以取得部分賠償金，並評估包括保險理賠在內的其他方案。

WNN News 2013/08/07

日本將無法達成氣候變化因應的目標

日本發電業的二氧化碳排放強度，在2012會計年度再度攀升，比之前該國核電廠都正常運轉時，躍升39%，遠遠超出氣候變化因應目標。

福島事故發生在2011年3月中旬，剛好就在2010會計年度結束前3個星期，因此日本2010會計年度的碳排放強度，受到福島事故的影響不大，每發一度電平均排放350克二氧化碳。但在次一年，日本的反應爐一個接一個關閉以進行檢查，而且幾乎都沒有獲准重新啟動。導致電力公司必須大量進口化石燃料做為替代，結果使得2011會計年度的碳排放強度上升到476克二氧化碳，增加36%之多。

這樣的上升趨勢一直持續到2012會計年度。根據日本電力事業聯合會公布的最新數據，2012會計年度的碳排放強度已站上487克的水準，較2010年高約39%。

WNN News 2013/08/01

國內新聞

與媽盟談環境輻射偵測　盼能理性良性互動

7月29日下午，核能資訊中心朱鐵吉董事長與媽媽監督核電廠聯盟陳藹玲董事長會面，從蘭嶼環境輻射偵測談到核電廠除役，過程平和、互動良好，雙方期盼日後能有更多機會交換意見，為核安盡一分心力。

陳董事長提出疑問，未來如果核一廠乾式中期貯存設施完工，是否會有輻射外釋的問題？

朱董事長說明，乾式貯存容器是鋯合金材質，再放入混凝土護箱內，不會有放射性物質外釋的問題。建設之初就是採用最嚴格的規定，設施的邊界每年外釋的輻射劑量不可超過0.05毫西弗（法規規定，一般民眾每年的被曝劑量是1毫西弗以下）。且要裝設測量輻射的儀器，隨時監測地表輻射劑量率。朱董事長舉日本乾貯的例子，目前已使用10餘年，材料仍完整無劣化，應可再安全使用40年以上。

朱董事長在清華大學原子科學系教學長達30餘年，專長是輻射防護與保健物理，民國56年開始進行輻射落塵的研究分析。「5、60年代，美國、蘇聯核武競賽，以及中國大陸在羅布泊核子試爆，都製造大量高放射性落塵，累積在自然環境中。台灣的放射性落塵量飆高，例如銫137的半衰期是30年，鍶90半衰期是28.8年，到目前為止還殘存累積在土壤中。」朱董事長表示，真正因核能發電廠界外增加的輻射劑量，其實微乎其微。

雙方再針對蘭嶼環境輻射情況、福島事故海水污染的洋流路徑、放射性廢棄物處置、核電廠除役、能源政策等議題，頻繁交換意見。陳董事長強調媽盟不希望被貼上反核的標籤，「核四即將完工運轉，希望民眾打開眼睛、耳朵，根據自我價值觀判斷，做出決定。希望建立資訊公開的平台，大家可以對話討論的機制，提出一般民眾能懂的問與答。經濟部已經成立一個相關網站，總算已經開始」。

陳董事長提及，媽盟在臉書上分享很多相關文章，希望民眾在做出選擇之前，能有充分的資訊來源，理性討論。訪談過後，本刊記者即上網搜尋媽盟臉書，發現所分享的文章立論基礎大多是反核觀點，未見有支持核能的論述。再進一步查訪得知，「我是人，不反核」、「美華核能」等作者因為經常在媽盟臉書上回應反核論者的錯誤之處，遭到媽盟封鎖，無法在媽盟臉書上留言回應。

以下為媽盟封鎖網友言論的例證：

〇〇〇 分享了美華核能的近況動態。

8月29日：何謂溝通？

媽盟：

教各位媽媽們封鎖擁核紅衛兵的方法，眼不見為淨，也不需理會他們，我們只要告訴志同道合者好的文章與真理就可以了。

1. 先將滑鼠移到想封鎖的文章上，在文章的右上角就會出現一個X的符號。

2. 點選X後畫面會出現是否要封鎖



從圖中可看出該作者只能分享媽盟的動態，卻無法留言。

它，點選後這個人以前的與未來的謬論就從此不再出現，不再煩您了，您就見一個封鎖一個罷，祝好運。

賀立維

○○○分享了美華核能的近況動態。

8月29日：這是一個大笑話，我們（美華核能）被媽媽監督核電廠聯盟封鎖了，何謂溝通？

媽媽監督核電廠聯盟……，我們是一群關心孩子未來的媽媽們，要求：1.台電公開所有真實狀況與數據，成立與公民之對話平台……。

（2013.08.01. 本刊訊）

澄清說明綠色和平組織執行之「核四廠壓力測試報告」

此次國內民間團體邀請綠色和平組織兩位專家執行「核四廠壓力測試報告」的評估，評估報告中有若干內容與事實不符，澄清如下：

針對飛機撞擊導致的威脅，原能會要求所有核電廠採取美國核管會因應911恐怖攻擊的B.5.b措施進行改善。核電廠設備的老化管理也列為福島事故後核安總體檢項目之一。在重新評估自然危害（地震、水災包括海嘯）方面，明確要求採用1萬年重現期的回溯基準。在海嘯防護方面，除要求各廠依現行設計基準提高安全餘裕6公尺外，並要求執行古海嘯的調查。另原能會已要求核電廠都須設置具過濾器的圍阻體排氣系統，以及參照歐盟規範增設被動式自催化再結合器。

在嚴重事故方面，原能會要求採用多樣化的移動式設備（包括電源、水源、氣源、水泵）以因應可能發生嚴重事故；平時須對緊要設備（含福島事故後新增的移動式設備）適當的維護及測試，並嚴格執行人員訓練。同時要求台電在執行EOPs、SAMGs及EDMGs等程序書整合時，納入精進後的「機組斷然處置程序指引」。

評估報告中對壓力測試未包含議題的評論，是原能會依據前核四廠安全監督委員會林宗堯委員的資料；而在其擔任委員任內時，原能會即陸續由該會視察員提出相關視察報告說明。

（2013.09.12. 本刊訊）

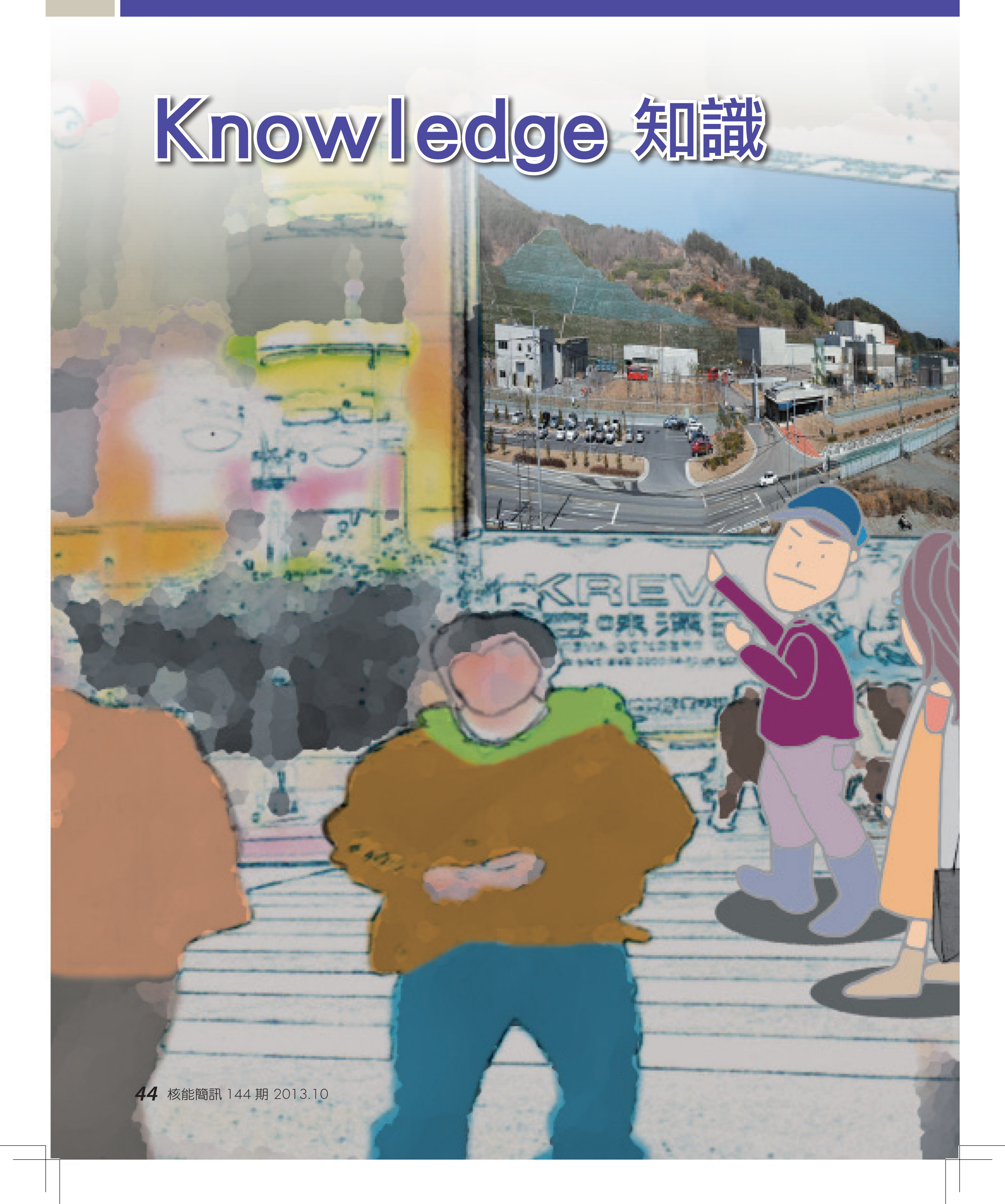
「易蝕裂材質 核四廣泛使用」不應以黑名單材質誤導民眾

據瞭解，核四廠安全相關系統設計、使用材質、製造過程等都須遵照美國相關核能法規和工業規範執行，並具有品保證明文件，以確保產品符合設計要求。這些規範都經美國核管會核准使用在所有美國境內的核電廠中，核四廠安全系統使用的材質也經原能會審查符合相關安全規範。

原能會表示，核四廠反應爐內水質有嚴格控制，以防止材料發生腐蝕或應力腐蝕。

（2013.08.14. 本刊訊）

Knowledge 知識



看到新聞報導，南韓正在為低放射性廢棄物處置場動工剪綵。爸爸說：「南韓歷經過這麼多年努力，終於投票通過設立了自己的處置場，他們的民眾真是讓人佩服。」

媽媽說：「如果民眾對輻射能有充分、正確的知識，可以判斷甚麼才是真正對自己有害的狀況時，就不會被錯誤的資訊誤導，也不會這麼容易驚慌害怕了。」

爸爸：「嗯，有的人擔心自己身體健康，一天到晚到醫院照X光、核子斷層掃瞄做檢查，他們所接受的輻射劑量可能比長年在核電廠工作的人還高呢。」



本文取材自「原子能 ABC」，行政院原子能委員會，99 年 12 月出版